

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Toxicidade e efeito subletal dos principais inseticidas utilizados na
cultura da soja para *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera:
Trichogrammatidae)**

Ana Clara Ribeiro de Paiva

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

**Piracicaba
2016**

**Ana Clara Ribeiro de Paiva
Engenheira Agrônoma**

**Toxicidade e efeito subletal dos principais inseticidas utilizados na cultura da soja para
Trichogramma pretiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**

Orientador:
Prof. Dr. **PEDRO TAKAO YAMAMOTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

**Piracicaba
2016**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Paiva, Ana Clara Ribeiro de

Toxicidade e efeito subletal dos principais inseticidas utilizados na cultura da soja para *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) / Ana Clara Ribeiro de Paiva. - - Piracicaba, 2016.

63 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Soja 2. Controle biológico 3. Seletividade 4. MIP I. Título

CDD 633.34
P149t

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais, Vete e Angela
pelo amor incondicional, carinho
e confiança.

Dedico

A Mãezinha por toda torcida,
amor e orações

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por iluminar meus passos durante a caminhada;

Ao meu orientador Prof. Pedro Yamamoto pela confiança depositada em mim, ensinamentos e pela oportunidade de realizar o trabalho;

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, especialmente ao Departamento de Entomologia e Acarologia ESALQ/USP por toda a infraestrutura fornecida;

Aos professores do Departamento de Entomologia e Acarologia ESALQ/USP, pelos ensinamentos, e a todos os funcionários pela dedicação aos serviços prestados, em especial ao Carlão pelos inúmeros “cafezinhos”, e Andrea, Marta e Carol por estarem disponíveis sempre que precisei;

Ao CNPq- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudos;

A Dra. Marinéia Haddad pelo auxílio com as análises estatísticas;

A todos os meus amigos da pós-graduação pelos bons momentos compartilhados, pelas experiências e pelo convívio durante as aulas;

Ao Aloísio, Vitor (Vitão), Giovani (Dudu), Gustavo e Higor, por toda a ajuda na execução dos experimentos;

Aos meus amigos Fernanda, Bianca, Carol, Vitor, Gustavo, por tornarem os meus dias mais leves e divertidos, em especial Rafaela e Dudu que foram meus companheiros de todas as horas.

Aos meus amigos Fernando, Julia, Letícia, Natalia, Kamila e Carol que mesmo

distante, sempre estiveram presentes;

A todos os integrantes do Laboratório de MIP, Vitor, Gustavo, Kenya, Odimar, Matheus, Aline, Cynthia, Higor, Monique e Gabriel pelo convívio, momentos de descontração e ajuda durante esses dois anos;

Aos integrantes do Laboratório de Biologia de Insetos, especialmente os do Tricho, que me cederam espaço para a criação e me ajudaram inúmeras vezes;

A meu primeiro orientador, Robson Thomaz Thuler por ter me guiado nos primeiros passos na entomologia e incentivo;

Aos meus familiares pela compreensão e ajuda, em especial a minha prima Camilla (Da), que é para mim fonte de apoio e exemplo;

E a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Introdução no Brasil, aspectos descritivos e biológicos de <i>Helicoverpa armigera</i>	15
2.2 Métodos de controle.....	16
2.3 <i>Trichogramma pretiosum</i>	18
2.4 Uso de <i>Trichogramma</i> no controle biológico de <i>Helicoverpa armigera</i>	20
2.5 Seletividade.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Local e condições ambientais	25
3.2 Criação e manutenção de <i>Trichogramma pretiosum</i>	25
3.3 Seleção dos produtos químicos para os testes de seletividade	25
3.4 Obtenção das linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i>	26
3.5 Toxicidade aguda de inseticidas sobre <i>Trichogramma pretiosum</i>	26
3.6 Efeito de inseticidas sobre pupas de <i>Trichogramma pretiosum</i>	27
3.7 Efeito de inseticidas sobre a capacidade de parasitismo por <i>Trichogramma pretiosum</i>	28
3.8 Teste de persistência de inseticidas sobre <i>Trichogramma pretiosum</i>	29
3.9 Análises estatísticas	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Toxicidade aguda de inseticidas sobre <i>Trichogramma pretiosum</i>	31
4.2 Efeito de inseticidas sobre pupas de <i>Trichogramma pretiosum</i>	34
4.3 Efeito de inseticidas sobre a capacidade de parasitismo por <i>Trichogramma pretiosum</i>	39
4.4 Teste de persistência de inseticidas sobre <i>Trichogramma pretiosum</i>	43
5 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS.....	51

RESUMO

Toxicidade e efeito subletal dos principais inseticidas utilizados na cultura da soja para *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Helicoverpa armigera é uma espécie que até 2013 era considerada praga quarentenária A1 no Brasil. Tratamentos com inseticidas são indispensáveis para o manejo de *H. armigera* em quase todas as culturas do mundo. Uma alternativa à utilização de inseticidas sintéticos para o controle de pragas é o uso de parasitoides do gênero *Trichogramma*. Em consideração a grande quantidade de aplicações de agroquímicos no sistema de produção de grãos, torna-se essencial avaliar a seletividade dos inseticidas utilizados, garantindo informações que auxiliem na manutenção do *T. pretiosum* na área, podendo potencializar o controle biológico de *H. armigera*, sendo isto, importante para o estabelecimento do manejo integrado de pragas nas grandes culturas. Portanto, objetivou-se com esse trabalho: estudar a toxicidade aguda e a persistência de inseticidas sobre o parasitoide; estudar o efeito de inseticidas sobre a fase pupal do parasitoide; determinar a interferência dos inseticidas na capacidade de parasitismo. Dos inseticidas testados em condições laboratoriais, Nomolt®, Avatar®, Belt®, Premio® e Intrepid® foram considerados inócuos para adultos. Lorsban® e Engeo Pleno® são nocivos à fase de pupa, enquanto Acefato®, Pirate® e Belt® apesar de inócuos afetam as gerações seguintes. Pirate®, Lorsban® e Engeo Pleno interferem na capacidade de parasitismo, e Acefato® tem efeito deletério na geração que tem contato com o resíduo. Os inseticidas Nomolt®, Avatar®, Belt®, Acefato®, Premio® e Intrepid® foram classificados como inseticidas de vida curta (classe 1). Lorsban® tem efeito moderadamente persistente (classe 3) e Engeo Pleno® e Pirate® classificados como persistentes (classe 4). Portanto, visando um bom programa de MIP, deve-se optar pelo uso de inseticidas seletivos, ou inseticidas nocivos para adultos do parasitoide podem ser utilizados no campo desde que estes não estejam ocorrendo naturalmente ou que não coincida com épocas de liberação do mesmo.

Palavras-chave: Soja; Controle biológico; Seletividade; MIP

ABSTRACT

Toxicity and sublethal effect of the main insecticides used in soybean crop to *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Helicoverpa armigera is a specie that until 2013 was considered A1 quarantine pest in Brazil. Treatments with insecticides are indispensable for the management of *H. armigera* in almost every crops in the world. An alternative to the use of synthetic insecticides for pest control is the use of parasitoids of the genus *Trichogramma*. Considered the large number of agrochemical applications in grain yield, it is essential assess the selectivity of insecticides used, providing informations to assist in the maintenance of *T. pretiosum* in the area and can enhance the biological control of *H. armigera*, this being important for the establishment of integrated pest management in field crops. Therefore, the aim of this work was study the acute toxicity and the duration of the harm effects of insecticides on the parasitoid, study the effect of insecticides on the pupal stage of the parasitoid and determine the interference of insecticides on the parasitism capacity. Insecticides tested in laboratory conditions, Nomolt®, Avatar®, Belt®, Premio® and Intrepid® were considered innocuous to the adults. Lorsban® and Engeo Pleno® were harmful to the pupal stage, while Acefato®, Pirate® and Belt® although were considered innocuous they affect the next generations. Pirate®, Lorsban® and Engeo Pleno® interfered on the parasitism capacity, and Acefato® have a deleterious effect on the generation that has contact with the insecticide residue. The insecticides Nomolt®, Avatar®, Belt®, Acefato®, Premio® and Intrepid® were classified as short live (class 1). Lorsban® was moderately persistent (class 3) and Engeo Pleno® and Pirate® were classified as persistent (Class 4). Therefore, for an effective IPM program, it is important to use the selective insecticides. Insecticides that were harmful to the parasitoid adults could be used in the field, provided that the parasitoids do not occur naturally and the chemical applications do not coincide with the parasitoids release.

Keywords: Soybean; Biological Control; Selectivity; IPM

1 INTRODUÇÃO

Helicoverpa armigera (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie-praga responsável por grandes perdas econômicas em várias culturas (IGNACIMUTHU; JAYARAJ, 1982; SEKULIC et al., 2004; CHOUGULE et al., 2005), devido ao seu hábito polífago e ampla distribuição geográfica (ZALUCKI et al., 1986; GUO, 1997; GUOQING et al., 2001). Estima-se que a perda mundial causada por lagartas de *H. armigera*, nas diferentes culturas em que ocorre, chegue anualmente a 5 bilhões de dólares. Esses fatores elevam o status de importância econômica da praga (LAMMERS; MACLEOD, 2007; CUNNINGHAM et al., 1999).

Este inseto ainda não tinha sido encontrado no continente americano, porém, a ocorrência desta espécie no Brasil foi relatada por Czapak et al. (2013).

O controle de *H. armigera* é realizado principalmente com o uso de inseticidas químicos, em razão de ser uma alternativa de ação rápida, confiável e econômica (BUILDING; ARHABHATA, 2007), e em consequência disso, populações desta praga tem desenvolvido resistência a vários piretroides e a alguns novos inseticidas como fipronil, clorfenapir, indoxacarbe e espinosade (AHMAD et al., 2003; PATIL et al., 2006; WU, 2007;). Em todo mundo populações de *H. armigera* são resistentes à 640 inseticidas (WYCKHUYS et al., 2013).

Diante destes fatores, especialmente pela rapidez com que as populações se tornam resistentes (WYCKHUYS et al., 2013), é crescente a preocupação em empregar o manejo de pragas de uma forma que integre várias estratégias e táticas de controle, com destaque para o controle biológico. Os agentes de controle biológico são os principais responsáveis pela mortalidade natural no agroecossistema e um importante componente do programa de manejo integrado de pragas, por proporcionar eficiência no controle de forma harmoniosa com o ambiente e compatível com outras medidas de controle (OLIVEIRA; WILCKEN; MATOS, 2004; PARRA, 2000).

Os parasitoides do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são utilizados em vários países para o controle biológico de lepidópteros-praga em muitas culturas de interesse econômico. A ação desses insetos parasitando ovos impede seus hospedeiros de atingirem a fase larval, que é o estágio que provoca os maiores prejuízos às culturas (BOTELHO, 1997).

Devido à importância do controle biológico e a necessidade de associar essa prática com o controle químico, recomenda-se utilizar produtos seletivos aos inimigos naturais, permitindo o estabelecimento inicial dos mesmos no agroecossistema, já que esses desempenham um importante papel no manejo integrado de *Helicoverpa* spp., proporcionando, assim, reflexos positivos em razão da manutenção do equilíbrio biológico (FITT, 1989). Os estudos de seletividade de agroquímicos vêm ganhando destaque nos últimos anos e uma maior atenção tem sido dedicada aos 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). Entretanto, poucos estudaram o efeito subletal nesse parasitoide.

Em consideração à grande quantidade de aplicações de agroquímicos no sistema de produção de grãos e ao fato de que o manejo de *H. armigera* no Brasil se encontra em fase inicial, torna-se essencial avaliar a seletividade dos inseticidas utilizados, garantindo informações que auxiliem na manutenção do *T. pretiosum* na área, podendo potencializar o controle biológico da *H. armigera*, sendo isso, importante para o estabelecimento do manejo integrado de pragas nas grandes culturas.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho:

- Estudar a toxicidade aguda de inseticidas sobre *T. pretiosum*;
- Estudar o efeito de inseticidas sobre a fase pupal do parasitoide;
- Determinar a interferência dos inseticidas na capacidade de parasitismo;
- Estudar a persistência de inseticidas sobre o parasitoide.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Introdução no Brasil, aspectos descritivos e biológicos de *Helicoverpa armigera*

Desde fevereiro de 2012, produtores, especialmente das regiões Norte, Nordeste e Centro-Sul do País, detectaram a ocorrência de lagartas da subfamília Heliothinae, em níveis populacionais nunca antes registrados, causando sérios prejuízos econômicos em milho, algodão, soja, feijão comum, feijão-caupi, milheto e sorgo. No país, há também relatos de ataques em tomate, pimentão, café, citros e plantas ornamentais (CZEPAK et al., 2013; CZEPAK; VIVAN; ALBERNAZ, 2013). Esses ataques foram atribuídos às espécies *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e *Helicoverpa gelotopoeon* (Dyar, 1921), esta última com ocorrência já registrada no Sul do Brasil (TOOD, 1955; HARDWICK, 1965). Porém, coletas realizadas nas culturas de milho, soja e algodão, em diferentes regiões do país, mostraram a ocorrência de outra espécie do gênero *Helicoverpa*, cujas características não correspondiam à descrição de *H. gelotopoeon* ou de *H. zea*. Essa nova espécie foi identificada e determinada como sendo *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805). Sendo assim, é fundamental empregar e detalhar métodos de caracterização morfológica e molecular de *H. armigera*, para que seja possível sua distinção das demais espécies que ocorrem no Brasil, especialmente *H. zea*.

O hábito alimentar polífago, em associação com uma alta capacidade de dispersão e adaptação a diferentes cultivos, tende a favorecer o sucesso da espécie *H. armigera* como praga (FITT, 1989), que completa o seu ciclo de ovo até adulto em menos de 30 dias, justificando, assim, a alta taxa de consumo alimentar (KARIM, 2000).

Ovos recém-colocados de *H. armigera* são branco-amarelados e brilhantes, e pouco antes da eclosão da larva se tornam marrom escuro. A zona apical dos ovos é suave e o resto da superfície é esculpida na forma de nervuras longitudinais (ALI; CHOUDHURY, 2009).

O período larval da praga consiste em seis instares, sendo que nos dois primeiros as lagartas têm coloração uniforme variando entre branco-amarelada e avermelhada-marrom, enquanto que, a cápsula cefálica varia de marrom escuro a preta. Apresentam movimento lento e alimentam-se inicialmente das partes mais tenras das plantas, onde podem produzir um tipo de teia ou até mesmo formar um

casulo. À medida que as lagartas crescem adquirem diferentes colorações, que variam do amarelo-palha ao verde, apresentando listras de coloração marrom lateralmente no tórax, abdômen e na cabeça. Além disso, o tipo de alimentação pode influenciar na coloração das lagartas (ALI; CHOUDHURY, 2009).

H. armigera apresenta tegumento de aspecto levemente coriáceo e quando perturbada encurva a cápsula cefálica até o primeiro par de falsas pernas, e assim permanece por um tempo (CZEPACK et al., 2013).

Na fase de pré-pupa as lagartas atingem o crescimento pleno, enrugam e suspendem a alimentação e o movimento. A coloração inicial dessa fase é verde claro de cor amarelada e, depois de um tempo, marrom escuro. A fase de pupa ocorre no solo e, dependendo das condições climáticas, pode entrar em diapausa (KARIM, 2000).

A mariposa apresenta, sobre as margens das asas anteriores, uma linha com sete a oito manchas e logo acima, uma faixa marrom ampla, irregular e transversal, tendo, ainda, na parte central, uma marca em forma de vírgula. As asas posteriores são mais claras, apresentando na extremidade apical uma borda marrom escura com uma mancha clara no centro. Os machos apresentam o primeiro par de asas de cor cinza esverdeado e as fêmeas de coloração parda alaranjada. Cada fêmea tem a capacidade de ovipositar de 1000 a 1500 ovos, sempre de forma isolada, preferindo a face adaxial das folhas e superfícies pubescentes (EPPO, 1981; EPPO, 1996).

2.2 Métodos de controle

Tratamentos com inseticidas são indispensáveis para o manejo de *H. armigera* em quase todas as culturas do mundo. Devido isso, essa praga tem sido submetida a uma forte pressão de seleção. Alguns dos inseticidas comumente usados contra esta praga são: indoxacarbe, metoxifenoazida, benzoato de emamectina, novalurom, clorfenapir, imidacloprido, fluvalinato, espinosade, abamectina, deltametrina, cipermetrina, lambda-cialotrina, carbaril, metomil, profenofós, tiodicarbe e clorpirifós (RAFIEE et al., 2008; MAHDAVI et al., 2011; AVILLA; GONZALEZ, 2010; BABARIYA et al., 2010). Devido ao uso indiscriminado dessas substâncias químicas para minimizar os danos, a praga *H. armigera* tem

desenvolvido altos níveis de resistência à inseticidas convencionais como piretroides, organofosforados e carbamatos (DALY; HOKKANEM; DEACON, 1994).

O modelo agrícola vigente no Brasil, com grandes áreas plantadas, quando conduzido de maneira inadequada, contribui para desequilíbrios ecológicos. A utilização de agroquímicos, de forma indiscriminada, pode acarretar a contaminação do solo, do lençol freático, do homem e do próprio alimento produzido (NORRIS; CASWELL-CHEN; KOGAN, 2003). Além de, ressurgência de pragas, surtos de pragas secundárias e seleção de populações de insetos resistentes (NAKANO, 1986; GERSON; COHEN, 1989; SOARES et al., 1995).

Para atingir o máximo de benefício de uma aplicação de inseticida e reduzir a pressão de seleção e o desenvolvimento de resistência, inseticidas em baixas concentrações devem ser utilizados combinados com o controle biológico (FATHIPOUR; SEDERATIAN, 2013), que é uma prática que vem sendo enfatizada por pesquisadores como uma alternativa promissora. O controle biológico é economicamente e ecologicamente viável para os produtores de soja (BUENO et al., 2009), além de ajudar a reduzir os impactos negativos da agricultura intensiva no meio ambiente (van LENTEREN; BUENO, 2003).

O principal programa de controle biológico no Brasil é na cana-de-açúcar, com a liberação de *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) em aproximadamente 3,3 milhões de ha para controlar a broca da cana *Diatraea Saccharalis* (Fabricius, 1798) (Lepidoptera: Crambidae). Além disso, o parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é liberado em mais de 500 000 ha, também para o controle da broca (PARRA et al., 2010). A área na qual esses parasitoides são liberados representava quase a metade da área cultivada de cana-de-açúcar no Brasil (PARRA, 2014).

Com a recente introdução da *H. armigera* no Brasil (CZEPAK et al., 2013), *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) tem sido usado em aproximadamente 250.000 ha para controlar essa praga em soja, algodão, milho, feijão, milheto e outras culturas. Esse parasitoide não tem sido usado em grandes áreas para o controle desta praga devido à sua disponibilidade limitada, já que a necessidade atual de *T. pretiosum* para controlar *H. armigera* excede dois milhões de ha (PARRA et al., 2015).

A associação dos métodos químico e biológico de controle de pragas é importante para permitir redução do número de aplicações dos produtos

fitossanitários, garantindo maior economia nos custos de produção e menor impacto ambiental (CARVALHO; PARRA; BAPTISTA, 2001), sendo, muitas vezes, fundamental para o sucesso de um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (SABER et al., 2005; HAMEDI et al., 2009). O MIP é visto como a solução para evitar tais problemas, por ser um conjunto de medidas que visa manter as pragas abaixo do nível de dano econômico, levando-se em conta critérios econômicos, ecológicos e sociais e que tem no controle biológico uma de suas principais medidas de controle (NORRIS; CASWELL-CHEN; KOGAN, 2003).

Para combinar o uso de agentes de controle biológico com aplicações de inseticidas, o resíduo químico deve ser minimamente tóxico ao inimigo natural para prevenir que a população seja morta e a incidência de pragas aumente novamente (ISSA; ELBANHAWY; RASMY, 1974). Estudos toxicológicos que avaliam apenas os efeitos letais podem subestimar os efeitos negativos dos inseticidas aos inimigos naturais e, portanto, os efeitos subletais devem ser utilizados para estimar o efeito total dos inseticidas (HAMEDI; FATHIPOUR; SABER, 2010).

Estudos sobre os efeitos colaterais de pesticidas aos inimigos naturais devem ser conduzidos com o objetivo de gerar informações que podem ajudar na tomada de decisões nos programas de MIP, além da manutenção dos inimigos naturais no agroecossistema e contribuição para a regulação de populações de pragas. Sendo assim, para as pesquisas que envolvem parasitoides, foi escolhido o gênero *Trichogramma* como indicador para a ordem Hymenoptera, principalmente pela sua maior suscetibilidade e facilidade de criação (HASSAN, 1998; MOURA; CARVALHO; RIGITANO, 2005).

2.3 *Trichogramma pretiosum*

Em 1940, iniciaram no Brasil as investigações sobre o uso de *Trichogramma* como uma ferramenta de controle biológico para controlar *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) no tomate (GOMES, 1963). Porém, esses estudos ficaram parados, assim como os demais sobre o uso de agentes de controle biológico após a descoberta dos inseticidas organosintéticos (PARRA et al., 2015).

O amplo uso de *Trichogramma* contra as pragas da agricultura teve início com o apoio do Dr. Jean Voegelé (INRA, Antibes), um dos líderes do uso desse parasitoide de ovos como agente de controle biológico na década de 1980. Inspirando o grupo de pesquisadores da Escola Superior de Agricultura “Luiz de

Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), a iniciarem seus estudos nesse parasitoide (PARRA; ZUCCHI, 2004).

Parasitoides do gênero *Trichogramma* estão entre os insetos mais utilizados em programas de controle biológico no mundo, o que levou a uma considerável atividade de estudos taxonômicos neste gênero, cujas espécies são determinadas, principalmente, por meio dos caracteres da genitália masculina (PINTO et al., 1991; PARRA; ZUCCHI, 2004; NAGARKATTI; NAGARAJA, 1971; PINTO et al., 1989). Existem mais de 200 espécies conhecidas do gênero *Trichogramma* no mundo (QUERINO; ZUCHHI; PINTO, 2010), sendo 26 delas registradas no Brasil (ZUCCHI; QUERINO; MONTEIRO, 2010). As espécies mais utilizadas no controle biológico no Brasil são *T. galloi* e *T. pretiosum*, enquanto que, *Trichogramma atopovirilia* (Oatman e Platner, 1983) vem sendo utilizadas em estudos preliminares (PARRA et al. 2014).

Espécimes do gênero *Trichogramma* são microhimenópteros endoparasitoides de ovos de insetos, com cerca de 0,2 a 1,5 mm, podendo ser solitários ou gregários (PINTO, 1997). Apresentam ciclo relativamente curto, geralmente de 10 dias, que pode variar de acordo com a espécie e as condições climáticas (temperatura, fotoperíodo e umidade) (PRATISSOLI; PARRA, 2001; BESERRA; PARRA, 2004; MOLINA; PARRA, 2006; NAVA; TAKAHASHI; PARRA, 2007).

Os espécimes desse gênero são holometábolos e seu desenvolvimento embrionário e larval ocorrem no interior do ovo de outros insetos. O ovo desse parasitoide, que possui em média 0,1 mm de comprimento, pode aumentar de 5 a 6 vezes o seu tamanho. Os parasitoides se alimentam da massa vitelina do embrião do hospedeiro até a sua destruição total por um processo de lise. São apnêusticos, sendo a exigência de oxigênio, durante a fase larval, muito baixa (PARRA; ZUCCHI, 1986; DE LA TORRE, 1993).

A coloração do inseto apresenta modificações quanto ao estágio de desenvolvimento, se tornando mais escura devido à esclerotização da cutícula, sendo o parasitismo por *Trichogramma* caracterizado pela coloração escura dos ovos parasitados, que ocorre devido à concentração dos sais de urato na região central do abdômen da pupa (CÔNSOLI; ROSSI; PARRA, 1999).

O adulto para emergir, faz um orifício no córion do ovo em que se desenvolve. Todos os parasitoides de um ovo normalmente o deixam pelo mesmo orifício. Na

maioria dos casos, a emergência se dá pela manhã, e a fêmea está apta a oviposição no mesmo dia (PARRA; ZUCCHI, 1986).

Os tricogramatídeos reproduzem-se sexuadamente e por partenogênese (BOWEN; STERN, 1966). Doult (1959) considerou três tipos de partenogênese, baseando-se no sexo dos descendentes produzidos: telítoca, deuterótoca e arrenótoca. O modo de reprodução mais comum em *Trichogramma* é a arrenotoquia. O outro modo que pode ocorrer, porém, com menos frequência é a telitoquia (MOLINA, 2003). A telitoquia possui várias vantagens como: crescimento mais rápido da população, redução dos custos de produção de machos, fácil estabelecimento no campo e reprodução eficiente em densidade baixa de hospedeiro. E pode ser genética (importância taxonômica) ou ser causada por infecção microbiana por bactérias do gênero *Wolbachia*, que impedem o desenvolvimento de machos, fazendo com que os descendentes reproduzam-se por partenogênese telítoca (PINTO; STOUTHAMER, 1994; STOUTHAMER, 1993).

Um dos fatores para o sucesso do uso de *Trichogramma* está relacionado à possibilidade de se criar, com relativa facilidade, grandes quantidades deste inseto em condições de laboratório utilizando-se hospedeiros alternativos (FLANDERS, 1927; PARRA, 2010). A seleção do hospedeiro é importante em relação ao seu volume e quantidade de nutrientes, visto que, o número de ovos colocados pelo parasitoide é dependente desses fatores (VINSON, 1997; GOMES, 1997).

Ao redor do mundo, empresas (públicas ou privadas) produzem comercialmente *Trichogramma*; entretanto, para o sucesso de programas de controle biológico, utilizando estes parasitoides, os insetos produzidos por estas empresas devem ter requisitos mínimos de qualidade, especialmente em condições de campo (van LENTEREN, 2003). A eficiência das liberações de *Trichogramma* depende basicamente da sua capacidade de “busca”, preferência hospedeira e da tolerância às condições climáticas (HASSAN, 1994).

A dispersão do parasitoide em campos de soja é de 8 metros, correspondendo a uma área de 77 m² em 24 horas. Assim, liberando *Trichogramma* em 130 pontos ha⁻¹ leva a uma eficiência de 64,8% (ZACHRISSON; PARRA, 1998)

2.4 Uso de *Trichogramma* no controle biológico de *Helicoverpa armigera*

Uma alternativa à utilização de inseticidas sintéticos para o controle de pragas

é o uso de parasitoides do gênero *Trichogramma* West. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) – microhimenópteros que parasitam ovos, impedindo a eclosão do hospedeiro antes mesmo de causar danos às culturas, além de ter capacidade de atuar em diversos sistemas agrícolas e florestais e controlar insetos-praga (SÁ; PARRA, 1993; CRUZ, 1995; HOU et al., 2006; AYVAZ et al., 2008; GAUER et al., 2011). Esses parasitoides de ovos estão entre os inimigos naturais mais utilizados e estudados no mundo (WAJNBERG; HASSAN, 1994; PARRA; ZUCCHI, 1997; CÔNSOLI; PARRA; ZUCCHI, 2010).

Em nível mundial, parasitoides do gênero *Trichogramma* são intensamente estudados, sendo que na década de 1980 cerca de 28 espécies foram liberadas, em 28 países para o controle de lepidópteros-praga em culturas semiperenes e perenes (HASSAN, 1997; van LENTEREN, 2008; PARRA, 2010) correspondendo a 32 milhões de ha tratados (SMITH, 1996). Na Rússia, de 3 a 10 milhões de hectares foram "tratados" anualmente com espécies de *Trichogramma* para controle de pragas em diversas culturas agrícolas (van LENTEREN 2008).

No Brasil são registradas ocorrências de 25 espécies distribuídas por quase todas as regiões, sendo a espécie *T. pretiosum* a mais amplamente distribuída, sendo relatada em 18 diferentes hospedeiros e 13 culturas (ZUCCHI; MONTEIRO, 1997; QUERINO; ZUCCHI, 2003). Essa espécie vem sendo utilizado em mais de 250.000 ha para controle de *H. armigera* e *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja (PARRA et al., 2015).

Outra vantagem da utilização dos parasitoides de ovos é o desenvolvimento de todos os seus estágios imaturos sob a proteção do córion do ovo do hospedeiro (BUENO et al., 2008; CARMO et al., 2010), o que acaba atuando como proteção para o parasitoide.

2.5 Seletividade

Os inimigos naturais constituem o principal fator de mortalidade natural de pragas nos mais diversos agroecossistemas (CORNELL; HAWKINS, 1995). Contudo, ações inadequadas na condução dos cultivos, sobretudo no controle de pragas, trazem grandes prejuízos à ação benéfica desses organismos.

O número de pesquisadores no Brasil dedicados à avaliação dos efeitos colaterais dos inseticidas, herbicidas e fungicidas para parasitoides, aumentou

desde que Foerster (2002) e Degrande et al. (2002) publicaram revisões sobre esse assunto (PARRA et al., 2015). O impacto de inseticidas em insetos não-alvo inclui efeitos letal e subletal (DESNEUX; DECOURTYE; DELPUECH, 2007; STARCK; BANKS, 2003).

Programas de MIP favorecem a conservação de inimigos naturais pela manipulação do ambiente de cultivo e/ou do uso de inseticidas seletivos à fauna benéfica presente no agroecossistema (GALVAN; KOCH; HUTCHISON, 2006). Para o sucesso de programas de MIP, é essencial que os produtos fitossanitários, utilizados no manejo da praga, sejam seletivos aos seus inimigos naturais (BACCI et al., 2009).

Os estudos de seletividade de agroquímicos vêm ganhando destaque nos últimos anos e uma maior atenção tem sido dedicada aos 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, em função das diferenças fisiológicas existentes entre a praga e o inimigo natural, como a capacidade de penetração do composto no tegumento, retenção no tecido gorduroso, excreção, dentre outros. Já a seletividade 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; buscando minimizar a exposição do inimigo natural ao inseticida (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 padronização dos métodos de avaliação de seletividade é atribuída à "International Organization of Biological and Integrated Control of Noxious Animal and Plants (IOBC)", com o propósito de reunir os resultados obtidos por diferentes autores, em função da cultura, tipo de produto, condições ambientais e tipos de pragas a serem controladas (HAJEK; HOKKANEN, 2006).

Segundo Hassan (1997), deve haver uma sequência particular de testes, que incluam testes de laboratório, semi-campo e campo, sendo os produtos classificados em função do seu efeito. Os testes de laboratório podem ser realizados através da exposição (contato) do estágio mais vulnerável do inimigo natural a um filme fresco e seco do produto, aplicado sobre uma superfície de vidro, ou pulverizado diretamente (aspersão) sobre o estágio menos vulnerável do organismo.

Moura, Carvalho e Rigitano (2004) estudando o efeito residual de inseticidas na cultura do tomateiro sobre *T. pretiosum*, concluíram que imidacloprido e clorfenapir foram os compostos mais prejudiciais. Enquanto que, tiacloprido reduziu a taxa de parasitismo, porém, não afetou a longevidade. Efeitos deletérios de clorfenapir e de tiacloprido foram transmitidos para os indivíduos em estádios subsequentes ao desenvolvimento, enquanto que, acetamiprido e tiametoxam foram seletivos a *T. pretiosum*.

Carvalho, Parra e Batista (2001) estudaram a capacidade de parasitismo de duas populações de *T. pretiosum* e constataram que o inseticida lambda-cialotrina afetou significativamente o parasitismo, independente da época dos tratamentos, causando redução média na capacidade de parasitismo. Beserra e Parra (2005) também avaliaram duas formulações de lambda-cialotrina (50 SC e 250 CS) para *T. pretiosum* nas gerações maternal e F₁. A formulação 250 CS afetou principalmente a capacidade de parasitismo e a longevidade das fêmeas bem como a sobrevivência da prole da geração F₁, quando aplicada antes e após o parasitismo, diminuindo a porcentagem de emergência dos adultos.

A toxicidade dos produtos fitossanitários imidacloprido, tiametoxam, acetamiprido, clorfenapir, tiacloprido a *T. pretiosum*, em diferentes fases imaturas, foi determinada por Moura, Carvalho e Rigitano (2005). Os autores verificaram que clorfenapir e imidacloprido reduziram em 76 e 64%, respectivamente, a emergência de espécimes da geração F₁ de *T. pretiosum*. A razão sexual dos parasitoides da geração F₁ não foi afetada por nenhum dos compostos avaliados. Clorfenafir reduziu em aproximadamente 50% a taxa de parasitismo de *T. pretiosum* da geração F₁ e acetamiprido e tiametoxam foram inócuos ao parasitoide. Avaliando a adaptação da metodologia padrão da IOBC para estudos de seletividade com *T. pretiosum*, em condições de laboratório, Rocha e Carvalho (2004) verificaram que os inseticidas (em g i.a. L⁻¹ de água) abamectina (0,0018), acefato (0,75) e esfenvalerato (0,019) foram os mais prejudiciais à emergência e razão sexual do parasitoide.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e condições ambientais

A criação do parasitoide *T. pretiosum*, assim como os bioensaios, foram realizados no Laboratório de Biologia de Insetos e no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP, em Piracicaba/SP, sob temperatura de 24 ± 2 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

3.2 Criação e manutenção de *Trichogramma pretiosum*

O parasitoide de ovos *T. pretiosum* foi criado e multiplicado em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), obtidos da criação da traça existente no Laboratório de Biologia de Insetos da ESALQ/USP, seguindo a metodologia proposta por Parra (1997), que utiliza dieta a base de farinha de trigo integral (97%) e levedura de cerveja (3%). Essa espécie de traça é considerada o melhor hospedeiro alternativo para a criação da maioria das espécies de *Trichogramma* (PARRA; ZUCCHI, 2004).

Os ovos do hospedeiro alternativo foram fixados em tiras retangulares de cartolina azul (8,0 × 2,0 cm) com goma arábica diluída em água (50%) e expostos à luz germicida por 45 minutos e a 15 cm de distância da fonte de luz para que fossem inviabilizados (STEIN; PARRA, 1987). Nas extremidades das cartelas foi anotada a linhagem e a data de disponibilização ao parasitismo.

Os ovos inviabilizados e fixados às cartelas foram oferecidos às fêmeas de *T. pretiosum* para parasitismo em tubos de vidro de 8,5 cm de comprimento × 2,5 cm de diâmetro. Os adultos foram alimentados com gotículas de mel puro depositadas, com auxílio de um estilete, na parede dos tubos. Esses tubos foram colocados em grades metálicas e mantidos em câmaras climatizadas, reguladas a 25 ± 1 °C, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, para melhor desenvolvimento dos parasitoides.

3.3 Seleção dos produtos químicos para os testes de seletividade

Nos bioensaios foram testados os inseticidas comumente utilizados na cultura da soja nas regiões Nordeste e Centro-Oeste para o controle de *H. armigera* (Tabela

1). Os produtos foram utilizados na máxima dose recomendada pelo fabricante para o controle da praga.

Tabela 1 - Produtos comumente utilizados na cultura da soja nas regiões Nordeste e Centro-Oeste para o controle de *Helicoverpa armigera* e selecionados para a realização dos bioensaios de seletividade

Nome comercial	Ingrediente Ativo	Grupo Químico	Dosagem	
			IA ¹	PC ²
Acefato® 750 SP	Acefato	Organofosforado	750	1
Avatar® 150 SC	Indoxacarbe	Oxadiazina	150	400
Belt® 480 SC	Flubendiamida	Diamida do Ác. Ftálico	480	70
Engeo Pleno® SC	Lambda-cialotrina + tiametoxam	Piretroide + neonicotinoide	106 + 141	250
Intrepid® 240 SC	Metoxifenoizida	Diacilhidrazina	240	90
Lorsban® 480 BR	Clorpirifós	Organofosforado	480	1000
Nomolt® 150 SC	Teflubenzuron	Benzoiluréia	150	200
Pirate® 240 SC	Clorfenapir	Análogo de Pirazol	240	1200
Premio® 200 SC	Clorantraniliplore	Antranilamida	200	50

¹Concentração de ingrediente ativo em g L⁻¹. ²Dosagem do produto comercial em mL ou Kg por ha ou Kg 200 L⁻¹.

3.4 Obtenção das linhagens de *Trichogramma pretiosum*

Os parasitoides, disponibilizados pela empresa Koppert, foram obtidos por meio da coleta de ovos de *H. armigera* parasitados no município de Sorriso, Mato Grosso.

3.5 Toxicidade aguda de inseticidas sobre *Trichogramma pretiosum*

Para avaliar a toxicidade aguda de inseticidas sobre o parasitoide *T. pretiosum*, foram utilizadas folhas de soja convencional cultivadas em vaso de 10 L em casa de vegetação. No laboratório, com auxílio de um vazador metálico, discos de 4,0 cm de diâmetro foram seccionados e submetidos à pulverização de 2 mL da solução inseticida, do respectivo tratamento, em torre de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK) ajustada a pressão de 0,7 kg cm⁻², correspondente a uma deposição de 1,8 ± 0,1 mg cm⁻² de folha, de acordo com as recomendações da International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and

Plants/West Palearctic Regional Section (IOBC/WPRS). Os tratamentos foram constituídos por nove inseticidas e um controle (água destilada). Cada um dos tratamentos foi composto por 30 repetições. Após a pulverização, os discos foram mantidos em temperatura ambiente até a secagem dos resíduos, sendo posteriormente colocados em tubos de vidro de 8,5 cm de comprimento x 2,5 cm de diâmetro. Uma fêmea de *T. pretiosum*, com idade de até 24 h, foi introduzida em cada tubo contendo os respectivos tratamentos. Na parede do vidro foi colocada uma gotícula de mel para servir de alimento aos parasitoides.

A avaliação da mortalidade foi realizada 24 h após a exposição dos parasitoides aos respectivos tratamentos, contando-se o número de insetos vivos e mortos. Foram considerados vivos os insetos que apresentaram estímulo ao toque de um pincel de cerdas macias. Para cada inseto sobrevivente foi oferecida uma cartela contendo ovos inviabilizados de *A. kuehniella* por 24 h, para a avaliação da capacidade de parasitismo. Após a retirada da cartela, as fêmeas foram mantidas no tubo para a avaliação da longevidade.

Por meio do número de ovos com orifício de saída em relação ao número de ovos pretos (DEGRANDE, 1990), foi avaliada a porcentagem de emergência da geração F_1 e baseando-se nas características das antenas dos adultos a razão sexual (BOWEN; STERN, 1966).

Posteriormente, 15 fêmeas oriundas da geração F_1 foram individualizadas em tubos contendo uma cartela com ovos de *A. kuehniella*, que foram trocadas a cada 24 horas, durante três dias. Após esse período, a cartela foi retirada para avaliação da capacidade de parasitismo, e da porcentagem de emergência da geração F_2 . E a fêmea mantida no tubo para a avaliação da longevidade.

Com base no efeito dos tratamentos (mortalidade corrigida= M_c), os produtos foram classificados segundo os índices propostos pela IOBC/WPRS em: Classe 1 - $M_c < 25\%$ (inócuo); Classe 2 - $25 \geq M_c \leq 50\%$ (levemente nocivo); Classe 3 - $50 > M_c \leq 75\%$ (moderadamente nocivo); Classe 4 - $> 75\%$ (nocivo) (VAN DE VEIRE et al., 2002).

3.6 Efeito de inseticidas sobre pupas de *Trichogramma pretiosum*

O efeito dos inseticidas sobre a pupa do parasitoide *T. pretiosum* foi avaliado pela observação da emergência dos adultos. Cartelas contendo um número

conhecido de ovos parasitados de *A. kuehniella* foram mergulhadas em calda química, de cada tratamento, por cinco segundos. Depois de secas, as cartelas foram colocadas em tubos de vidro (85 × 10 mm) para a emergência dos adultos. Foram feitas 30 repetições por tratamento, cada uma constituída por uma cartela com ovos do hospedeiro individualizada em tubo de vidro (85 × 10 mm). Foram avaliados os seguintes parâmetros: emergência, longevidade e razão sexual dos adultos.

Posteriormente, 15 fêmeas da geração F₁ de cada tratamento foram individualizadas em tubos de vidro (85 × 10 mm). Durante 72 h, cartelas de ovos do hospedeiro alternativo foram oferecidas à essas fêmeas para parasitismo e a cada 24 h as cartelas eram substituídas. Após essa etapa, as fêmeas foram mantidas no tubo até morrerem. Assim, foram avaliadas: a longevidade, a capacidade de parasitismo da geração F₁ e a porcentagem de emergência da geração F₂.

A avaliação da redução na capacidade de parasitismo foi calculada utilizando-se a fórmula $R = (1 - (P/p)) * 100$, onde “R” corresponde à porcentagem de redução na capacidade de parasitismo, “P” corresponde ao valor do parasitismo médio para cada produto e “p” representa o parasitismo médio observado para o tratamento controle (ROCHA; CARVALHO, 2004). Em função dos resultados obtidos, os inseticidas avaliados foram enquadrados em categorias toxicológicas, em função da redução causada na capacidade benéfica do parasitoide (parasitismo), conforme recomendações da IOBC/WPRS: classe 1 = inócuo (<30% de redução), classe 2 = levemente nocivo (30% a 80% de redução), classe 3 = moderadamente nocivo (>80% a 99% de redução) e classe 4 = nocivo (>99% de redução na capacidade de parasitismo) (HASSAN, 1997).

3.7 Efeito de inseticidas sobre a capacidade de parasitismo por *Trichogramma pretiosum*

Cartelas contendo ovos de *A. kuehniella*, inviabilizados e não parasitados, foram mergulhadas nas caldas dos inseticidas em teste por cinco segundos. Após a secagem, as cartelas foram mantidas por 24 horas para parasitismo em tubos de vidro (85 × 10 mm) que continham uma fêmea de *T. pretiosum*. Foram individualizadas 30 fêmeas por tratamento, sendo cada uma considerada uma repetição.

As fêmeas sobreviventes foram mantidas no tubo até a sua morte, para a avaliação da longevidade.

Os ovos parasitados foram mantidos nas mesmas condições até que ficassem pretos, quando foi avaliada a porcentagem de parasitismo com o auxílio de microscópio estereoscópico. Foram avaliadas também, a porcentagem de emergência da geração F₁, por meio do número de ovos com orifício de saída em relação ao número de ovos pretos (DEGRANDE, 1990) e a razão sexual baseando-se nas características das antenas dos adultos (BOWEN; STERN, 1966).

Posteriormente, 15 fêmeas da geração F₁ de cada tratamento foram individualizadas em tubos de vidro (85 x 10 mm). Durante 72 h, cartelas de ovos do hospedeiro alternativo foram oferecidas a essas fêmeas, a cada 24 h as cartelas eram substituídas. Então, as fêmeas foram mantidas no tubo até morrerem. Assim, foram avaliadas a longevidade, a capacidade de parasitismo da geração F₁ e a porcentagem de emergência da geração F₂.

A avaliação da redução da porcentagem de emergência foi calculada utilizando-se a fórmula $R = (1 - (P/p)) * 100$, onde “R” corresponde à porcentagem de redução da emergência, “P” corresponde ao valor da emergência média para cada produto e “p” representa a emergência média observada para o tratamento controle (ROCHA; CARVALHO, 2004). Em função dos resultados obtidos, os inseticidas avaliados foram enquadrados em categorias toxicológicas, em função da redução causada na capacidade benéfica do parasitoide (emergência), conforme recomendações da IOBC/WPRS: classe 1 = inócuo (<30% de redução), classe 2 = levemente nocivo (30% a 80% de redução), classe 3 = moderadamente nocivo (>80% a 99% de redução) e classe 4 = nocivo (>99% de redução da emergência) (HASSAN, 1997).

3.8 Teste de persistência de inseticidas sobre *Trichogramma pretiosum*

Para avaliação da ação residual de inseticidas (teste de persistência) sobre o parasitoide *T. pretiosum*, plantas de soja convencional cultivadas em vaso de 10 L e mantidas em casa de vegetação. Essas foram pulverizadas com os inseticidas e água da torneira (tratamento controle), usando um pulverizador manual Guarany® equipado com bico cone vazio, com capacidade de 5 L até o ponto de escoamento.

Decorridos 3, 7, 10, 17, 24 e 31 dias após a pulverização (DAP) dos tratamentos, folhas de cada tratamento foram coletadas e transportadas ao laboratório para exposição aos insetos, seguindo a mesma metodologia do item 2.5.

Foram testados nove inseticidas e um tratamento controle. Para cada tratamento foram feitas 20 repetições, sendo cada uma formada por uma fêmea com idade de até 24 h.

A avaliação da mortalidade foi realizada 24 h após a exposição dos parasitoides aos respectivos tratamentos, contando-se o número de insetos vivos e mortos. Foram considerados vivos os insetos que apresentaram estímulo ao toque de um pincel de cerdas macias. Para cada fêmeas sobreviventes foi oferecida uma cartela com ovos do hospedeiro alternativo para parasitismo por 72 h, que era substituídas a cada 24 h. Após esse período, as fêmeas foram mantidas no tubo até a sua morte. Assim, foram avaliadas a capacidade de parasitismo, a longevidade e a porcentagem de emergência da geração F_1 .

Os produtos que reduziram a sobrevivência dos adultos em menos de 30% em relação ao tratamento controle foram classificados de acordo com a escala de persistência proposta pela IOBC/WPRS: classe 1- vida curta (<5 dias); classe 2- levemente persistente (5-15 dias); classe 3- moderadamente persistente (15-30 dias); classe 4- persistente (>30 dias) (VAN DE VEIRE et al., 2002).

3.9 Análises estatísticas

Modelos lineares generalizados (McCullagh e Nelder, 1989) do tipo quase-binomial foram utilizados para os dados de porcentagem de emergência e razão sexual e aos dados de porcentagem de parasitismo e emergência das gerações. A qualidade do ajuste foi avaliada por meio de gráficos meio-normais de probabilidade com envelope de simulação (Demétrio et al., 2014). As médias foram comparadas por meio de obtenção dos intervalos de confiança (95%) para os preditores lineares do modelo ajustado. Um modelo de análise de variância foi ajustado aos dados de duração, e um modelo de análise de variância foi ajustado aos dados de longevidade, transformados com a raiz quadrada, para atender as pressuposições do modelo, sendo as médias de ambas as análises comparadas por meio do teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Todas as análises foram feitas no software estatístico SAS® versão 9.1.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Toxicidade aguda de inseticidas sobre *Trichogramma pretiosum*

Dentre os inseticidas testados, nas primeiras 24 horas, o organofosforado Lorsban® causou 100% de mortalidade dos espécimes, sendo classificado como nocivo (classe 4) aos adultos de *T. pretiosum*, segundo classificação da IOBC/WPRS (Tabela 2), assim como Acefato®, outro organofosforado, que causou alta mortalidade (86,67%). Pirate® e Engeo Pleno® foram considerados levemente nocivos (classe 2) ao parasitoide estudado, e os demais inseticidas inócuos (classe 1), causando mortalidade de até 20% dos adultos de *T. pretiosum* (Tabela 2).

Assim como para *T. pretiosum*, clorpirifós também causou 100% de mortalidade à *Trichogramma nubilale* (Ertle & Davis, 1975) (CHEN et al., 2013). Além disso, clorpirifós foi considerado nocivo para adultos de diversas espécies de parasitoides, incluindo *Colpoclypeus florus* (Walker, 1839) (Hymenoptera: Eulophidae) (BRUNNER et al., 2001), *Encarsia sophia* (Girault & Dodd) (Hymenoptera: Aphelinidae) (AGGARWAL; BRAR, 2006), *Anagyrus* sp. aff. *pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae) (MANSOUR et al., 2011), *Aphytis melinus* (DeBach) (Hymenoptera: Aphelinidae) (VANACLOCHA et al., 2013) e *Aenasius bambawalei* (Hayat) (Hymenoptera: Encyrtidae) (SUROSH et al., 2014).

Tabela 2 - Mortalidade corrigida e classe de toxicidade segundo a IOBC/WPRS de adultos de *T. pretiosum* com 24 horas de exposição às folhas de soja tratadas com diferentes inseticidas. Temp. 25 ± 2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas

Tratamento	Mc (%) ¹	Classe IOBC/WPRS ²
Controle	-	-
Nomolt®	6,7	1
Avatar®	0,0	1
Belt®	6,7	1
Engeo Pleno®	40,0	2
Pirate®	33,3	2
Acefato®	86,7	4
Premio®	6,7	1
Intrepid®	6,7	1
Lorsban®	100,0	4

¹Mc: Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925). ²Classe 1= Mc < 25% (inócuo); Classe 2= 25 ≥ Mc ≤ 50% (levemente nocivo); Classe 3= 50 > Mc ≤ 75% (moderadamente nocivo); Classe 4= > 75% (nocivo) (VAN DE VEIRE et al., 2002).

Os inseticidas que não foram classificados como inócuos, Pirate®, Engeo Pleno® e Lorsban®, afetaram significativamente a longevidade ($F_{(9, 290)}=39,41$; $df= 9$; $p<0,0001$) e a capacidade de parasitismo ($F_{(9, 290)}=12,25$; $df= 9$; $p<0,0001$) da geração maternal (Tabela 3), sendo que não houve fêmeas sobreviventes do tratamento com Lorsban® para que fossem oferecidas cartelas para parasitismo, e no tratamento com Acefato® as fêmeas sobreviventes não parasitaram.

Tabela 3 - Longevidade e número de ovos parasitados por adultos de *T. pretiosum* com 24 horas de exposição às folhas de soja tratadas com diferentes inseticidas. Temp. $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Tratamento	F ₀	
	Longevidade (dias) ¹	Ovos parasitados ¹
Controle	7,80 ± 0,8 a	15,20 ± 2,4 a
Nomolt®	6,33 ± 0,8 a	13,23 ± 3,0 ab
Avatar®	8,60 ± 0,8 a	15,93 ± 2,6 a
Belt®	8,07 ± 0,8 a	12,23 ± 2,4 a
Engeo Pleno®	2,30 ± 0,4 bc	1,77 ± 1,0 c
Pirate®	2,47 ± 0,3 b	3,33 ± 1,5 bc
Acefato®	1,13 ± 0,1 bc	0,00 ± 0,0 c
Premio®	7,77 ± 0,7 a	14,17 ± 2,4 a
Intrepid®	8,03 ± 0,7 a	14,7 ± 2,4 a
Lorsban®	1,00 ± 0,0 c	0,00 ± 0,0 c

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%

Os resultados obtidos no presente estudo foram similares aos obtidos por Arioli et al. (2004), que observaram redução na capacidade de parasitismo de apenas 7,58% quando adultos do parasitoide *T. atopovirilia* foram expostas ao desregulador de crescimento de insetos Intrepid 240 SC (120 mL ha⁻¹), sendo considerado inócuo (classe 1). Também não diferiu dos obtidos por Carvalho et al. (2003) que, ao oferecerem ovos de *A. kuehniella* tratados com metoxifenoizida 1 e 24 horas após o tratamento às fêmeas da geração maternal de *T. pretiosum*, verificaram que o parasitismo não diferiu do controle.

Por sua vez, Rocha e Carvalho (2004) demonstraram que o parasitismo de *T. pretiosum* foi reduzido significativamente quando os adultos foram expostos a metoxifenoizida. Tal diferença pode estar relacionada com o fato dos estudos terem sido realizados com metodologias diferentes, sendo o presente avaliando a ação do efeito residual na folha pulverizada, enquanto que, Rocha e Carvalho (2004) utilizaram placas de vidro e gaiolas de exposição adaptadas de modelos propostos

pelo grupo de trabalho da IOBC. Nesses casos, o inseticida pode ter tido ação diferente nas duas superfícies ou podem estar associadas às distintas populações de *T. pretiosum* estudadas (strains), bem como às suas origens geográficas, como discutido por Bleicher e Parra (1990) e Brunner et al. (2001).

Para a porcentagem de emergência da primeira geração ($F_{(7, 102)} = 1,16$; $df = 7$; $p = 0,3317$) e a razão sexual ($F_{(7, 93)} = 1,28$; $df = 7$; $P = 0,2691$) não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 4). Cabe salientar que não houve parasitismo nos tratamentos Lorsban® e Acefato®, e nos tratamentos Engeo Pleno® e Pirate® tiveram baixos índices de parasitismo da geração maternal (F_0), sendo assim, mesmo com uma alta porcentagem de emergência foram gerados poucos descendentes em F_1 .

Tabela 4 - Porcentagem de emergência, razão sexual, longevidade e número de ovos parasitados por adultos de *Trichogramma pretiosum* da primeira geração proveniente de adultos com 24 horas de exposição às folhas de soja tratadas com diferentes inseticidas, s. Temp. $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Tratamento	F ₁			
	Emergência (%) ¹	Razão Sexual ¹	Longevidade (dias) ¹	Ovos parasitados ¹
Controle	90,37 ± 2,2 a	0,59 ± 0,1 a	13,40 ± 1,4 a	39,20 ± 5,5 a
Nomolt®	86,98 ± 2,7 a	0,64 ± 0,1 a	5,47 ± 1,3 bc	45,27 ± 2,6 a
Avatar®	91,67 ± 1,5 a	0,48 ± 0,1 a	8,47 ± 1,5 ab	46,73 ± 5,1 a
Belt®	92,39 ± 2,2 a	0,70 ± 0,1 a	2,33 ± 0,2 c	32,73 ± 3,5 a
Engeo Pleno®	96,25 ± 3,8 a	0,54 ± 0,1 a	5,00 ± 1,0 bc	35,20 ± 4,8 a
Pirate®	94,09 ± 3,0 a	0,62 ± 0,1 a	2,91 ± 0,3 c	34,27 ± 7,9 a
Acefato®	-	-	-	-
Premio®	93,01 ± 1,3 a	0,59 ± 0,1 a	10,60 ± 1,4 a	44,27 ± 5,6 a
Intrepid®	88,99 ± 2,3 a	0,66 ± 0,1 a	8,33 ± 1,2 ab	36,00 ± 3,6 a
Lorsban®	-	-	-	-

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%

Os inseticidas Avatar®, Premio® e Intrepid® foram os únicos que não afetaram significativamente a longevidade da primeira geração ($F_{(7, 108)} = 11,63$; $df = 7$; $p < 0,0001$) (Tabela 4). Porém, apesar da menor longevidade, o número de ovos parasitados em todos os tratamentos restantes, Nomolt®, Belt®, Engeo Pleno®, Pirate®, não diferiu significativamente do controle ($F_{(7, 108)} = 1,39$; $df = 7$; $p = 0,2161$) (Tabela 4). O que significa que, mesmo apresentando uma menor longevidade, a capacidade de parasitismo, avaliada nos três primeiros dias, foi a mesma.

A porcentagem de emergência da segunda geração ($F_{(7, 100)} = 7,23$; $df = 7$; $P < 0,0001$) (Tabela 5) também não foi afetada, apesar de Nomolt® e Pirate® diferirem significativamente do controle, a porcentagem de emergência foi maior, o que significa que a segunda geração de *T. pretiosum* não foi afetada em nenhum dos tratamentos.

Tabela 5 - Porcentagem de emergência de *Trichogramma pretiosum* da segunda geração proveniente de adultos com 24 horas de exposição às folhas de soja tratadas com diferentes inseticidas. Temp. $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Tratamento	F ₂
	Emergência (%) ¹
Controle	91,30 ± 2,8 ab
Nomolt®	99,21 ± 0,4 cd
Avatar®	90,59 ± 1,6 a
Belt®	96,37 ± 2,1 bcd
Engeo Pleno®	96,01 ± 2,3 bcd
Pirate®	100,00 ± 0,0 d
Acefato®	-
Premio®	95,56 ± 1,1 acd
Intrepid®	95,51 ± 0,9 ac
Lorsban®	-

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%

Foram utilizadas folhas de soja para que os resultados encontrados fossem o mais parecido possível com a realidade, porém, esse estudo foi desenvolvido em condições de laboratório, onde o parasitoide é submetido à maior pressão possível do inseticida, portanto, em condições de campo os produtos podem ter seu impacto negativo reduzido.

Sendo assim, os produtos classificados como moderadamente nocivos e nocivos em condições de laboratório devem ser testados em condições de semi-campo e campo para que o seu impacto no controle biológico seja melhor avaliado.

4.2 Efeito de inseticidas sobre pupas de *Trichogramma pretiosum*

Quando ovos de *A. kuehniella* parasitados por *T. pretiosum* foram mergulhados em calda química, observou-se que sete dos inseticidas testados reduziram em menos de 30% a porcentagem de emergência (classe 1 – inócuo),

sendo eles: Nomolt®, Avatar®, Belt®, Pirate®, Acefato®, Premio® e Intrepid®. Enquanto que, Engeo Pleno® foi classificado como levemente nocivo (classe 2) reduzindo 48,89% e Lorsban® como moderadamente nocivo (classe 3) com 80,06% de redução (Tabela 6).

Tabela 6 - Efeito de diferentes inseticidas na redução de emergência de *T. pretiosum* provenientes de pupas mergulhadas em calda no 8º dia de desenvolvimento. Temp. 25 ± 2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas

Produto Comercial	Redução emergência (%) ¹	IOBC/WPRS ²
Controle	-	-
Nomolt®	7,21	1
Avatar®	4,38	1
Belt®	2,74	1
Engeo Pleno®	48,89	3
Pirate®	6,64	2
Acefato®	21,44	1
Premio®	8,73	1
Intrepid®	3,43	1
Lorsban®	80,06	3

¹Porcentagem média de redução da capacidade benéfica do parasitoide foi obtida por meio da fórmula $R = (1 - (P/p)) * 100$. ²Classe da IOBC/WPRS: classe 1 = inócuo (<30% de redução), classe 2 = levemente nocivo (30% a 80% de redução), classe 3 = moderadamente nocivo (>80% a 99% de redução) e classe 4 = nocivo (>99% de redução da emergência)

Acefato® e Pirate®, apesar de terem sido classificados como inócuo, reduziram o número de ovos parasitados pela geração F₁ ($F_{(8, 126)} = 2,46$; $df = 8$; $p < 0,0001$) (Tabela 7), e Pirate® ainda diminuiu significativamente a longevidade das fêmeas ($F_{(8, 126)} = 5,05$; $df = 8$; $p < 0,0001$) (Tabela 7).

Pelo baixo número de insetos que emergiram quando ovos parasitados foram mergulhados na calda do inseticida Lorsban® e, pelo fato desses estarem debilitados e morrerem logo após a emergência, não foi possível a avaliação do efeito do produto nas gerações seguintes. Isso pode indicar a probabilidade do produto ter penetrado através do córion, como foi discutido por Guifen e Hirai (1997) e Schuld e Schmuck (2000), além da possibilidade de ingestão de seus resíduos na abertura do orifício de emergência, conforme observações de Cônsoli et al. (2001).

Tabela 7 - Efeito de diferentes inseticidas na primeira geração de *T. pretiosum* proveniente de pupas mergulhadas em calda no 8º dia de desenvolvimento. Temp. 25 ± 2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas

Tratamento	F ₁			
	Emergência (%) ¹	Razão Sexual ¹	Longevidade (dias) ¹	Ovos parasitados ¹
Controle	90,59 ± 1,7 a	0,59 ± 0,0 b	7,33 ± 1,0 ab	49,47 ± 3,7 a ¹
Nomolt®	84,06 ± 1,9 ab	0,65 ± 0,0 b	7,60 ± 1,1 ab	53,47 ± 3,6 a
Avatar®	86,62 ± 1,9 a	0,62 ± 1,9 b	6,60 ± 1,0 ab	53,40 ± 2,4 a
Belt®	88,11 ± 1,8 a	0,58 ± 0,1 b	6,40 ± 1,0 ab	46,73 ± 4,6 ab
Engeo Pleno®	46,30 ± 3,1 c	0,63 ± 0,0 b	3,27 ± 0,4 bc	37,20 ± 4,8 ab
Pirate®	84,58 ± 1,7 ab	0,57 ± 0,0 b	3,60 ± 1,4 c	15,07 ± 5,6 c
Acefato®	71,17 ± 3,2 b	0,59 ± 0,1 b	5,73 ± 1,0 abc	27,07 ± 6,1 bc
Premio®	82,68 ± 2,7 ab	0,59 ± 0,0 b	4,80 ± 0,9 abc	53,13 ± 6,6 ab
Intrepid®	87,48 ± 2,2 a	0,55 ± 0,1b	8,87 ± 1,3 a	40,33 ± 4,4 ab
Lorsban®	18,07 ± 4,9 d	0,82 ± 0,1a	-	-

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Apenas o inseticida Lorsban® alterou significativamente a razão sexual da geração proveniente dos ovos parasitados e tratados no estágio de pupa, com média de 0,82, enquanto que, o tratamento controle apresentou média de 0,61 ($F_{(9, 264)} = 12,07$; $df = 9$; $p < 0,0001$) (Tabela 7). Levando em consideração que a fêmea pode selecionar o sexo antes da oviposição ou ainda, colocar no hospedeiro um ovo macho e outro fêmea que competirão entre si (VINSON, 1997), não é possível relacionar essa alteração com o tratamento dos ovos, visto que, quando estes foram oferecidos para parasitismo ainda não haviam sido tratados.

Belt® não havia alterado significativamente nenhuma das variáveis avaliadas, porém, foi o único inseticida que reduziu significativamente a emergência da geração F₂ ($F_{(7, 100)} = 7,23$; $df = 7$; $p < 0,0001$) (Tabela 8). Essas alterações observadas podem ser resultantes do que Croft (1990) denominou de efeitos latentes, que se expressam no estágio de vida subsequente àquele inicialmente exposto ao pesticida.

Os resultados obtidos foram semelhantes ao de Carmo et al. (2010), que avaliando o efeito de produtos fitossanitários sobre pupas de *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella*, verificaram que clorpirifós reduziu a viabilidade do parasitismo, sendo enquadrado como moderadamente nocivo (classe 3). Diferentemente, Hassan et al. (1988) classificaram esse inseticida como altamente tóxico a adultos de *T. cacoeciae* e as diferenças encontradas entre os trabalhos podem estar relacionadas às diferentes espécies estudadas.

Tabela 8 - Efeito de diferentes inseticidas na emergência da segunda geração de *T. pretiosum* proveniente de pupas mergulhadas em calda no 8º dia de desenvolvimento. Temp. $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Tratamento	Emergência F ₂ (%) ¹
Controle	90,51 ± 1,9 ab
Nomolt®	91,19 ± 2,0 ab
Avatar®	91,06 ± 1,2 ab
Belt®	16,44 ± 2,3 c
Engeo Pleno®	97,23 ± 0,8 a
Pirate®	97,10 ± 1,5 a
Acefato®	86,24 ± 3,3 b
Premio®	88,30 ± 2,6 b
Intrepid®	93,26 ± 2,0 ab
Lorsban®	-

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Os resultados obtidos no presente estudo divergem dos obtidos por Nörnberg et al. (2009), que, avaliando o efeito de inseticidas sobre a fase de pupa do parasitoide *T. pretiosum*, observaram que Lorsban® 480 BR (300 mL ha⁻¹) reduziu a emergência em 30,6% em relação ao controle. A maior porcentagem de redução da emergência no presente estudo pode estar relacionada as diferentes dosagens utilizadas.

Da mesma forma, Carmo et al. (2009) ao avaliar o impacto causado por diferentes inseticidas na emergência do parasitoide *T. remus*, quando aplicados na fase de pupa, relataram que clorpirifós foi considerado nocivo ao parasitoide (classe 4), causando redução de 100% na viabilidade do parasitismo.

A redução da porcentagem de emergência causada pelo inseticida Engeo Pleno® (Tabela 6) pode estar relacionada com o fato de esse produto ser uma mistura de dois ingredientes ativos, o que pode potencializar seu efeito nocivo sobre os inimigos naturais.

Foram encontrados resultados semelhantes aos de Bueno et al. (2008) que constataram que ovos de *A. kuehniella* parasitados por *T. pretiosum* tratados com metoxifenoazida (19,2 g ha⁻¹) tiveram viabilidade maior que 90% quando testado no estágio de pupa, sendo classificado como inócuo. Assim como para os de Manzoni et al. (2007) para tefubenoazida, outro inseticida com modo de ação similar.

Metoxifenoazida é um inseticida cujo modo de ação é o de acelerar o processo

da muda, agindo como um agonista de receptores do ecdisteroide (DHADIALLA et al., 1998). Inseticidas desreguladores de crescimento de insetos (RCIs) são normalmente apontados como inócuos aos agentes de controle biológico (SILVA et al., 1988; SANTOS et al., 2006).

Quando os ovos foram tratados na fase de pupa com Nomolt®, apresentaram viabilidade similar à dos ovos sem tratamento, visto que essa é considerada a fase de maior resistência à ação de inseticidas (HASSAN, 1992). Teflubenzuron é um exemplo de RCIs inibindo a síntese de quitina. São ‘venenos estomacais’ e matam um inseto alvo lentamente, perturbando a formação de quitina durante a muda (REYNOLDS, 1987).

No presente estudo, encontrou-se resultados semelhantes aos de Moura, Carvalho e Rigitano (2005), onde clorfenapir também reduziu significativamente a taxa de parasitismo de fêmeas de *T. pretiosum* na geração F₁. Porém, divergiu dos mesmos autores quando reportaram que clorfenapir (0,12 g i.a. L⁻¹) foi um dos compostos mais tóxicos quando aplicados sobre ovos de *A. kuehniella* contendo *T. pretiosum* na fase de pupa, provocando emergência média de 37,3% dos indivíduos da geração F₁.

Dos inseticidas considerados nocivos para o parasitoide no teste de toxicidade aguda, apenas Pirate® não reduziu sua emergência quando pulverizado na fase de pupa, porém, reduziu a longevidade e a eficiência de parasitismo da geração seguinte. Portanto, os mesmos inseticidas tóxicos para adultos, não são também recomendados para a fase de pupa do parasitoide *T. pretiosum*.

É preciso levar em consideração que os bioensaios conduzidos neste estudo foram realizados por meio da imersão de ovos parasitados na calda química, isso garante a maior exposição dos parasitoides aos efeitos dos inseticidas testados, garantindo que os produtos considerados seletivos nesta pesquisa sejam seletivos em qualquer condição de campo. Por outro lado, os produtos classificados como classe 2 e 3 em condições de laboratório, Pirate®, Engeo® e Lorsban®, devem também ser testados em condições de campo, para avaliar sua toxicidade ao inimigo natural nessas condições (HASSAN, 1992). Entretanto, os resultados de campo serão sempre variáveis, dependendo das condições específicas de cada localidade e de fatores como a degradação dos compostos pela ação da luz (ROCHA; CARVALHO, 2004).

4.3 Efeito de inseticidas sobre a capacidade de parasitismo por *Trichogramma pretiosum*

Dos inseticidas testados 6 foram classificados como inócuos (classe 1), causando uma redução no parasitismo menor do que 30%, sendo eles: Nomolt®, Avatar®, Belt®, Acefato®, Premio® e Intrepid®. O análogo de pirazol Pirate® foi classificado como levemente nocivo, com redução de 77,36% (classe 2). E, causando redução de 96,06% e 98,45% no parasitismo os inseticidas Lorsban®, e Engeo Pleno®, respectivamente, foram classificados como moderadamente nocivo (classe 3) (Tabela 9).

Tabela 9 - Efeito do resíduo de diferentes inseticidas na cartela de ovos de *A. kuehniella* na redução do parasitismo de *T. pretiosum* segundo a IOBC/WPRS, longevidade e capacidade de parasitismo das fêmeas que tiveram contato com o resíduo. Temp. $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Tratamento	F ₀			
	Longevidade (dias) ³	Ovos parasitados ³	Redução do parasitismo (%) ¹	Classe IOBC/WPRS ²
Controle	12,97 ± 0,9 a	23,70 ± 1,4 a	-	-
Nomolt®	9,90 ± 1,2 ab	21,40 ± 2,5 a	9,7	1
Avatar®	11,03 ± 1,2 ab	19,73 ± 2,7 a	16,7	1
Belt®	11,27 ± 1,3 ab	18,80 ± 2,3 a	20,7	1
Engeo Pleno®	8,07 ± 1,1 b	0,93 ± 0,3 c	96,1	3
Pirate®	1,30 ± 0,1 c	5,37 ± 0,9 b	77,4	2
Acefato®	1,70 ± 0,2 c	21,67 ± 2,3 a	8,6	1
Premio®	10,53 ± 1,1 ab	19,53 ± 1,5 a	17,6	1
Intrepid®	11,03 ± 1,0 ab	24,13 ± 1,7 a	0,0	1
Lorsban®	1,00 ± 0,0 c	0,37 ± 0,2 c	98,5	3

¹Porcentagem média de redução da capacidade benéfica do parasitoide foi obtida por meio da fórmula $R = (1 - (P/p)) * 100$. ²Classe da IOBC/WPRS: classe 1 = inócuo (<30% de redução), classe 2 = levemente nocivo (30% a 80% de redução), classe 3 = moderadamente nocivo (>80% a 99% de redução) e classe 4 = nocivo (>99% de redução da capacidade de parasitismo)³ Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Esses resultados foram diferentes dos encontrados por Rocha e Carvalho (2004) que mostraram que o parasitismo de *T. pretiosum* reduziu significativamente quando os adultos foram expostos a metoxifenoazida. Essa variação de resultados pode ter ocorrido pelo uso de diferentes produtos comerciais, visto que os autores só informaram o nome do ingrediente ativo, confirmando que estudos de seletividade devem ser feitos com o produto comercial e não com o ingrediente ativo.

Para clorfenapir, ingrediente ativo do inseticida Pirate®, os resultados obtidos foram similares aos de Moura, Carvalho e Rigitano (2004) que classificaram clorfenapir como levemente nocivo.

Foi observado que, por 24 h, muitas fêmeas que entraram em contato com ovos tratados com o Acefato® estavam aderidas na cartela ou recipiente, o que pode ser justificado por algum componente do produto comercial com propriedade adjuvante. Para confirmar a hipótese foram realizados novos bioensaios com outro inseticida de mesmo ingrediente ativo (Tabela 10). Observou-se que a porcentagem de insetos que estavam grudados na cartela ou no recipiente foi próxima para os dois produtos. Entretanto, o inseticida Orthene® apresentou uma maior mortalidade, sendo classificado como levemente nocivo.

Tabela 10 - Efeito de inseticidas de diferentes marcas comerciais, com ingrediente ativo acefato, no número de adultos de *T. pretiosum* grudados na cartela de ovos do hospedeiro alternativo. Temp. $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Produto Comercial	Ingrediente Ativo	MC (%) ¹	Classe IOBC/WPRS ²	Grudados (%)	Ovos parasitados ³
Controle	-	-	-	-	26,6 \pm 2,2 a
Acefato® OS 750	Acefato	23,33	1	20,0	18,0 \pm 2,5 b
Orthene® BR 750	Acefato	46,67	2	23,3	15,2 \pm 2,3 b

¹Mc: Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925). ²Classes da IOBC/WPRS: Classe 1= $Mc < 25\%$ (inócuo); Classe 2= $25 < Mc < 50\%$ (levemente nocivo); Classe 3= $51 < Mc < 75\%$ (moderadamente nocivo); Classe 4= $> 75\%$ (nocivo) (Van de Veire et al., 2002). ³Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Além disso, foi observado que os parasitoides em contato com o inseticida Engeo Pleno® durante a avaliação, não estavam em contato com os ovos tratados, e caminhavam pelo tubo, apresentando, assim, um baixo índice de parasitismo, indicando uma possível propriedade repelente do produto. Assim como na observação anterior, foram realizados testes com os ingredientes ativos do produto para confirmar a hipótese (Tabela 11). Um baixo índice de parasitismo pode estar associado à repelência, sendo assim, observa-se que os inseticidas Engeo Pleno® e Karate® foram estatisticamente iguais em relação a redução do parasitismo, o que indica que o ingrediente ativo lambda-cialotrina é responsável pela repelência do inseticida avaliado (Tabela 11). Tal hipótese é confirmada por Carvalho et al. (2001) que afirmaram que fêmeas de *T. pretiosum* evitam o contato com ovos tratados com os piretroides deltametrina e lambda-cialotrina, permanecendo nas paredes dos

tubos onde caminhavam com grande rapidez, associando esse comportamento ao efeito de repelência desse grupo químico.

Tabela 11 - Efeito de repelência dos ingredientes ativos do inseticida Engeo Pleno® aos adultos de *T. pretiosum*. Temp. $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Produto Comercial	Ingrediente Ativo	MC (%) ¹	Classe IOBC/WPRS ²	Ovos parasitados ³
Controle		-	-	15,03 \pm 1,6 a
Engeo Pleno®	Lambda-cialotrina + tiametoxam	0,0	1	0,70 \pm 0,2 c
Actara® 250WG	Tiametoxam	0,0	1	7,97 \pm 1,1 b
Karate® 250 CS	Lambda-cialotrina	7,4	1	1,07 \pm 0,2 c

¹Mc: Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925). ²Classes da IOBC/WPRS: Classe 1= $Mc < 25\%$ (inócuo); Classe 2= $25 < Mc < 50\%$ (levemente nocivo); Classe 3= $51 < Mc < 75\%$ (moderadamente nocivo); Classe 4= $> 75\%$ (nocivo) (Van de Veire et al., 2002). ³Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

O inseticida Engeo Pleno®, apesar de reduzir a capacidade de parasitismo das fêmeas avaliadas e ser classificado como moderadamente nocivo, apresentou uma longevidade significativamente maior ($F_{(9, 290)} = 38,24$; $df = 9$; $p < 0,0001$) do que a dos insetos que tiveram contato com o resíduo dos outros dois inseticidas que reduziram o parasitismo ($F_{(9, 290)} = 27,54$; $df = 9$; $p < 0,0001$) (Tabela 9). Para avaliar em que a maior longevidade das fêmeas poderia resultar, seriam necessários novos testes, nos quais as cartelas para parasitismo fossem oferecidas por um maior período às fêmeas.

Acefato®, apesar de ser classificado como inócuo, reduziu significativamente a longevidade das fêmeas da geração maternal (Tabela 9), possivelmente pelo fato das fêmeas que entraram em contato com o resíduo desse organofosforado no ovo estarem grudadas na cartela ou no tubo de vidro.

Além do Acefato®, os inseticidas Pirate® e Lorsban® também reduziram significativamente a longevidade das fêmeas de F_0 (Tabela 9).

O efeito prejudicial de clorfenapir na longevidade das fêmeas estão de acordo com o estudo de Moura, Carvalho e Rigitano (2004) que, ao testarem os inseticidas utilizados na cultura do tomateiro mergulhando as cartelas com ovos de *A. kuehniella*, verificaram que esse inseticida foi o mais prejudicial, diminuindo longevidade das fêmeas de *T. pretiosum*. Isso pode justificar o fato da alta redução na taxa de parasitismo.

Os tratamentos que apresentaram diferenças significativas na porcentagem de emergência da primeira geração ($F_{(9, 209)} = 6,57$; $df = 9$; $p < 0,0001$), tiveram valores maiores do que do tratamento controle, isso indica que os inseticidas não afetaram de forma negativa a emergência. Sendo assim, deve-se levar em conta o número de ovos parasitados, o que realmente influenciou o número de descendentes gerados.

Os inseticidas Nomolt®, Avatar®, Belt®, Acefato® e Engeo Pleno® apresentaram razão sexual estatisticamente diferente da testemunha, sendo que os quatro primeiros tiveram valores próximos à 0,5, enquanto que, a testemunha 0,68 ($F_{(8, 187)} = 3,61$; $df = 8$; $p = 0,0006$). Já o inseticida Engeo Pleno® apresentou razão sexual de 0,79 (Tabela 12), o que significa um maior número de fêmeas, apesar de ser um fator positivo visto que representa um aumento da prole na geração seguinte, isso não ocorre no presente estudo, visto que o número de descendente gerados foi pequeno devido à repelência causada pelo resíduo do produto em questão.

Tabela 12 - Efeito do resíduo em cartelas de ovos de *A. kuehniella* de diferentes inseticidas na primeira geração de *T. pretiosum*. Temp. $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Tratamento	F ₁			
	Emergência (%) ¹	Razão Sexual ¹	Longevidade (dias) ¹	Ovos parasitados ¹
Controle	60,80 ± 3,6 a	0,68 ± 0,0 b	14,33 ± 1,1 a	42,47 ± 2,5 a
Nomolt®	74,45 ± 3,6 ab	0,59 ± 0,1 c	12,33 ± 1,9 a	32,20 ± 4,3 ab
Avatar®	73,36 ± 4,9 ab	0,46 ± 0,1 c	12,20 ± 1,4 a	33,20 ± 3,6 a
Belt®	57,68 ± 5,6 ab	0,60 ± 0,0 c	9,00 ± 1,5 a	41,80 ± 2,5 a
Engeo Pleno®	80,77 ± 9,6 b	0,79 ± 0,1 a	8,00 ± 2,7 a	37,17 ± 2,9 a
Pirate®	71,12 ± 5,9 ab	0,65 ± 0,1 b	8,50 ± 7,5 a	22,00 ± 22,0 ab
Acefato®	87,02 ± 1,5 ab	0,53 ± 0,1 c	8,80 ± 1,4 a	15,47 ± 4,3 b
Premio®	89,78 ± 1,9 b	0,58 ± 0,0 bc	13,67 ± 1,5 a	29,33 ± 2,6 ab
Intrepid®	89,40 ± 1,7 b	0,62 ± 0,0b	7,93 ± 1,2 a	33,33 ± 4,1 a
Lorsban®	58,33 ± 20,1 ab	0,50 ± 0,5c	-	-

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Acefato® foi o único que afetou significativamente a capacidade de parasitismo da primeira geração ($F_{(8, 104)} = 3,88$; $df = 8$; $p < 0,0005$) (Tabela 12). Essas alterações observadas podem ser resultantes do que Croft (1990) denominou de efeitos latentes, que se expressam no estágio de vida subsequente àquele inicialmente exposto ao pesticida, ou pela ingestão de seus resíduos quando da abertura do orifício de emergência, conforme observações de Cònsoli et al. (2001).

Nenhum dos inseticidas testados afetou significativamente a porcentagem de emergência da segunda geração (F_2) ($F_{(8, 94)} = 1,32$; $df = 8$; $p = 0,2449$) (Tabela 13).

Tabela 13 - Efeito do resíduo em cartelas de ovos de *A. kuehniella* de diferentes inseticidas na segunda geração de *T. pretiosum*. Temp. $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Tratamento	F_2
	Emergência (%) ¹
Controle	96,42 \pm 1,0 a
Nomolt®	93,90 \pm 1,9 a
Avatar®	94,04 \pm 1,5 a
Belt®	97,17 \pm 0,7 a
Engeo Pleno®	94,63 \pm 2,4 a
Pirate®	100 \pm 0,0 a
Acefato®	92,32 \pm 2,1 a
Premio®	90,95 \pm 1,6 a
Intrepid®	93,07 \pm 2,0 a
Lorsban®	-

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Assim como no teste de toxicidade aguda esse estudo foi desenvolvido em condições de laboratório, onde o parasitoide é submetido à maior pressão possível do inseticida, portanto, em condições de campo os produtos podem ter seu impacto negativo reduzido. Além disso, degradação pela luz solar no campo desempenha um papel importante na redução do impacto de inseticidas em artrópodes benéficos observados em laboratório (ROCHA; CARVALHO, 2004).

Por isso é necessário a realização de estudos em semi-campo e campo, para poder avaliar melhor o efeito dos inseticidas nos ovos do hospedeiro nessas condições

4.4 Teste de persistência de inseticidas sobre *Trichogramma pretiosum*

A mortalidade com 3 dias após a pulverização (DAP) variou muito entre os tratamentos, sendo que o inseticida Lorsban® causou a maior mortalidade dos parasitoides testados (100%), já o desregulador de crescimento Nomolt® não causou mortalidade (Tabela 14).

Dentre os inseticidas testados, seis foram classificados como de vida curta, ou seja, causaram mortalidade dos parasitoides por menos de 5 dias após a

pulverização, sendo eles: Nomolt®, Avatar®, Belt®, Acefato®, Premio® e Intrepid® (Tabela 14). Tais produtos pertencem aos seguintes grupos químicos: benzoiluréia, oxadiazina, diamida do ácido ftálico, organofosforado, antranilamida e diacilhidrazina, respectivamente.

Tabela 14 - Mortalidade de adultos do parasitoide *T. pretiosum* expostos a resíduos de diferentes inseticidas em folhas de soja ao longo do tempo. Temp. 25 ± 2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas

Tratamento	MC (%) ¹ – Dias Após pulverização (DAP)						Classe IOBC/WPRS ²
	3	7	10	17	24	31	
Nomolt®	0,0	0,0	-	-	-	-	1
Avatar®	15,8	0,0	-	-	-	-	1
Belt®	10,5	5,0	-	-	-	-	1
Engeo Pleno®	57,9	40,0	52,6	41,2	43,8	52,9	4
Pirate®	36,8	25,0	31,6	47,1	25,0	88,2	4
Acefato®	52,6	15,0	-	-	-	-	1
Premio®	10,5	0,0	-	-	-	-	1
Intrepid®	15,8	0,0	-	-	-	-	1
Lorsban	100,0	75,0	73,7	88,2	12,5	-	3

¹Mc: Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925). ²Classe da IOBC/WPRS: 1 vida curta (<5 dias); 2 - levemente persistente (5-15 dias); 3 - moderadamente persistente (16-30 dias) e 4 persistente (>31 dias) (HASSAN, 1997).

O inseticida Nomolt®, por ser um desregulador de crescimento tem uma maior ação sobre larvas e ninfas. Como adultos do parasitoide foram expostos ao resíduo do produto, não houve altas mortalidades ao longo do tempo.

O inseticida organofosforado, Lorsban® foi considerado moderadamente persistente (classe 3) (Tabela 14), causando mortalidade superior a 70% até 17 DAP. Com 24 DAP a ação residual desse produto decresceu consideravelmente com mortalidade inferior a 13%.

Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Nornberg (2008) que verificou efeitos nocivos de Lorsban® até 17 DAP e classificou o inseticida como moderadamente persistente, e por Stefanello Junior et al. (2012) que verificaram a inocuidade após 24 DAP, classificando-o, também, como moderadamente persistente.

Dos inseticidas testados, Engeo Pleno® e Pirate® foram considerados persistentes (Classe 4) para o parasitoide *T. pretiosum* (Tabela 14). O efeito nocivo de Pirate® aos 31 DAP foi superior aos demais dias de avaliação causando 88,24%

de mortalidade. Dentre esses inseticidas, Engeo Pleno® pertence ao grupo dos piretroides + neonicotinoides e Pirate® pertence ao grupo análogo de pirazol.

Stefanello Júnior et al. (2012) ao avaliarem a persistência dos produtos químicos utilizados na cultura do milho a *T. pretiosum* também classificaram o inseticida Engeo Pleno® como persistente.

Ao avaliar as fêmeas sobreviventes que tiveram contato com os resíduos dos inseticidas aos 3 DAP, observou-se que Engeo Pleno®, Pirate®, Acefato® e Intrepid® reduziram significativamente a longevidade das mesmas ($F_{(9, 190)} = 10,27$; $df = 9$; $p < 0,0001$). Dentre esses, apenas o Intrepid® não reduziu significativamente o número de ovos parasitados ($F_{(9, 190)} = 8,98$; $df = 9$; $p < 0,0001$) (Tabela 15).

Sendo assim, apesar de classificado como de vida curta, o inseticida Acefato® reduz a longevidade e a capacidade de parasitismo, o que implica, além da redução da eficiência, em um menor número de descendentes. Portanto, apesar de não causar altas mortalidades esse inseticida não é recomendado quando ocorrer a liberação do parasitoide no campo.

O inseticida Engeo Pleno® foi o único que reduziu de forma significativa a porcentagem de emergência da primeira geração ($F_{(8, 98)} = 12,25$; $df = 8$; $p < 0,0001$) (Tabela 15). Vale lembrar que, apesar de afetar a porcentagem de emergência, Acefato® e Pirate® causaram redução no número de ovos parasitados e conseqüentemente no número de descendentes da primeira geração.

Assim como aos 3 DAP, aos 7 DAP os inseticidas Engeo Pleno®, Acefato®, Pirate® e Lorsban® causaram redução significativa na longevidade ($F_{(9, 190)} = 26,28$; $df = 9$; $p < 0,0001$) (Tabela 15), porém, apenas as fêmeas que entraram em contato com resíduos de Engeo Pleno® tiveram o número de ovos parasitados afetados de forma significativa ($F_{(9, 190)} = 11,19$; $df = 9$; $p < 0,0001$).

Aos 10 DAP, os três inseticidas testados reduziram significativamente a longevidade e o número de ovos parasitados ($F_{(3, 76)} = 13,14$; $df = 3$; $p < 0,0001$) ($F_{(3, 76)} = 19,21$; $df = 3$; $p < 0,0001$) (Tabela 15).

Aos 17 DAP Engeo Pleno®, Pirate® e Lorsban® continuaram causando efeito significativo na longevidade ($F_{(3, 75)} = 11,71$; $df = 3$; $p < 0,0001$), e desses três, apenas o Engeo Pleno® não afetou a capacidade de parasitismo ($F_{(3, 75)} = 6,26$; $df = 3$; $p = 0,0008$) (Tabela 15).

Nenhum dos inseticidas testados aos 24 DAP afetou significativamente a longevidade das fêmeas sobreviventes ($F_{(3, 76)} = 2,83$; $df = 3$; $p = 0,0439$), enquanto

que, Engeo Pleno® e Pirate® reduziram o número de ovos parasitados significativamente ($F_{(3, 76)} = 6,92$; $df = 3$; $p = 0,0004$) (Tabela 15).

Apenas o inseticida Pirate® afetou a longevidade e a capacidade de parasitismo durante os 31 dias de avaliação ($F_{(2, 57)} = 6,44$; $df = 2$; $p = 0,003$) ($F_{(2, 57)} = 5,79$; $df = 3$; $p = 0,0051$) (Tabela 15). Os resultados foram divergentes aos de Carvalho et al. (1999), que no caso do inseticida piretroide lambda-cialotrina (0,025 g i.a. L⁻¹ de água), apresentou redução média de parasitismo de aproximadamente 60% aos 31 dias de sua aplicação, em duas linhagens de *T. pretiosum*.

A porcentagem de emergência não foi reduzida significativamente a partir do sétimo dia após a aplicação em nenhum dos tratamentos (Tabela 15), por isso é importante a avaliação do número de ovos parasitados, que nesse caso, irá definir a quantidade de descendentes gerados.

O efeito residual de inseticidas pode ser afetado por diversos fatores bióticos e abióticos, como a degradação do composto pela atividade metabólica da planta, as condições climáticas, o mecanismo de ação do produto, a metodologia de pulverização dos compostos e a própria espécie ou variedade da planta (GALLO et al., 2002). Sendo assim, é de se esperar que, ao longo do tempo, as moléculas tóxicas tenham seu potencial de ação diminuído por algum dos fatores acima citados e com isso menores taxas de mortalidade sejam observados.

Para inseticidas que não houve diminuição significativa da mortalidade no decorrer do tempo da avaliação, pode-se inferir que a taxa de degradação não foi suficiente para interferir na letalidade do composto. Entretanto, não é possível afirmar a causa dessa lenta degradação uma vez que em casa de vegetação, apesar de estarem mais protegidas do que em campo, as plantas contendo os inseticidas não estão isentas de variações de temperatura, umidade relativa e incidência de luz solar.

Segundo a metodologia da IOBC/WPRS, os inseticidas classificados como de vida curta (classe 1) e levemente persistente (classe 2) são seletivos aos adultos de *T. pretiosum*. No entanto, aqueles classificados como moderadamente persistentes (classe 3) e persistentes (classe 4) devem ser testados em condições de campo. Assim, consegue-se definir o tempo necessário para liberações de *T. pretiosum* após a pulverização de um determinado inseticida, pois, em condições de campo as plantas estão sujeitas a diversos fatores abióticos como chuva, exposição direta ao sol, orvalho, entre outros.

Tabela 15 - Efeito subletal de resíduos de diferentes inseticidas em folha de soja no parasitoide *T. pretiosum* ao longo do tempo. Temp. 25 ± 2°C, UR 70 ± 10% e fotofase 14 h

(continua)

Tratamento	3 DAP			7 DAP			10 DAP		
	Longevidade (dias)	Ovos Pretos	Emergência F1 (%)	Longevidade (dias)	Ovos Pretos	Emergência F1 (%)	Longevidade (dias)	Ovos Pretos	Emergência F1 (%)
Controle	5,80 ± 0,8 a	39,05 ± 5,0 a	98,37 ± 0,7 a	6,80 ± 0,8 ab	24,95 ± 4,6 abc	98,64 ± 1,0 a	5,65 ± 1,3 a	49,40 ± 5,7 a	97,04 ± 0,5 a
Nomolt®	4,75 ± 0,7 ab	39,20 ± 5,2 a	98,65 ± 0,4 a	9,50 ± 1,2 ab	34,15 ± 3,6 ab	98,85 ± 0,4 a	-	-	-
Avatar®	4,15 ± 0,8 abc	27,75 ± 4,8 abc	98,77 ± 0,6 a	7,75 ± 0,9 ab	33,45 ± 4,0 ab	96,00 ± 0,9 a	-	-	-
Belt®	4,60 ± 0,8 ab	29,20 ± 4,6 ab	98,48 ± 0,5 a	5,85 ± 0,5 b	29,25 ± 4,1 ab	97,40 ± 0,7 a	-	-	-
Engeo Pleno®	2,15 ± 0,4 cde	12,10 ± 4,4 bcde	50,26 ± 11,7 b	3,80 ± 0,7 c	9,20 ± 3,8 cd	96,91 ± 1,5 a	2,05 ± 0,5 b	2,05 ± 4,1 bc	99,39 ± 0,6 a
Pirate®	2,05 ± 0,3 cde	9,20 ± 3,6 cde	95,24 ± 4,8 a	2,40 ± 0,2 cd	17,15 ± 4,2 bcd	94,45 ± 1,7 a	1,75 ± 0,4 b	1,75 ± 3,7 b	98,84 ± 0,6 a
Acefato®	1,70 ± 0,2 de	19,89 ± 3,3 de	98,34 ± 0,7 a	2,75 ± 0,3 cd	14,95 ± 4,1 bcd	98,41 ± 1,0 a	-	-	-
Premio®	3,80 ± 0,6 abcd	24,10 ± 5,1 abcd	98,63 ± 0,6 a	8,00 ± 0,8 ab	42,00 ± 3,8 a	97,72 ± 0,7 a	-	-	-
Intrepid®	3,05 ± 0,5 bcd	18,10 ± 3,8 abcd	98,65 ± 0,6 a	10,05 ± 0,9 a	45,00 ± 3,4 a	98,89 ± 0,4 a	-	-	-
Lorsban®	1,00 ± 0,00 e	0,00 ± 0,0 e	-	1,60 ± 0,3 d	5,30 ± 3,0 d	99,28 ± 0,7 a	2,75 ± 0,6 b	2,75 ± 3,5 c	97,86 ± 2,1 a

Tabela 15 - Efeito subletal de resíduos de diferentes inseticidas em folha de soja no parasitoide *T. pretiosum* ao longo do tempo. Temp. 25 ± 2°C, UR 70 ± 10% e fotofase 14 h

(conclusão)

Tratamento	17 DAP			24 DAP			31 DAP		
	Longevidade (dias)	Ovos Pretos	Emergência F1 (%)	Longevidade (dias)	Ovos Pretos	Emergência F1 (%)	Longevidade (dias)	Ovos Pretos	Emergência F1 (%)
Controle	7,55 ± 1,4 a	15,75 ± 3,6 a	98,20 ± 0,7 a	5,10 ± 0,8 a	12,80 ± 2,7 a	7,56 ± 3,6 a	3,30 ± 0,7 a	14,20 ± 4,1 a	96,44 ± 1,6 a
Nomolt®	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Avatar®	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Belt®	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Engeo Pleno®	3,25 ± 0,8 b	12,35 ± 3,9 ab	96,38 ± 1,5 a	2,75 ± 0,7 a	2,00 ± 1,4 b	4,41 ± 1,0 a	2,75 ± 0,7 a	9,95 ± 3,5 ab	95,39 ± 1,9 a
Pirate®	1,35 ± 0,1 b	4,60 ± 2,4 b	94,59 ± 3,4 a	2,89 ± 0,6 a	1,50 ± 0,9 b	2,14 ± 0,6 a	1,10 ± 0,1 b	0,00 ± 0,0 b	-
Acefato®	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Premio®	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intrepid®	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lorsban®	1,90 ± 0,8 b	3,50 ± 3,5 b	94,29 ± 0,0 a	4,25 ± 0,8 a	6,55 ± 2,4 ab	2,59 ± 0,4 a	-	-	-

5 CONCLUSÕES

- Os inseticidas seletivos, em condições laboratoriais, para adultos de *T. pretiosum* e que podem ser recomendados em programas de MIP na cultura da soja são Nomolt®, Avatar®, Belt®, Premio® e Intrepid®;

- Em condições laboratoriais, Lorsban® (classe 3) e Engeo Pleno® (classe 2) são nocivos à pupa de *T. pretiosum*. Acefato®, Pirate® e Belt®, apesar de classificados como inócuos (classe 1), afetam as gerações seguintes. Portanto, tais inseticidas devem ser utilizados com critério em programas de MIP na soja;

- Pirate®, Lorsban® e Engeo Pleno® interferem na capacidade de parasitismo de *T. pretiosum*. Acefato®, apesar de ser classificado como inócuo (classe 1), tem efeito deletério na geração que entra em contato com o resíduo e nas gerações seguintes. Portanto, os inseticidas citados devem ser utilizados com critério em programas de MIP na soja;

- Os inseticidas Nomolt®, Avatar®, Belt®, Acefato®, Premio® e Intrepid® foram classificados como inseticidas de vida curta, podendo ser recomendados em programas de MIP na soja a partir de 5 dias após a sua pulverização. Lorsban® pode ser recomendado a partir do 24º dia após a sua pulverização, pois foi classificado como moderadamente persistente. Engeo Pleno® e Pirate®, classificados como persistentes, causam mortalidade de adultos de *T. pretiosum* por mais de 31 dias após a pulverização.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.18, p.265–267, 1925.
- AGGARWAL, N.; BRAR, D.S. Effects of different neem preparations in comparison to synthetic insecticides on the whitefly parasitoid *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) and the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton under laboratory conditions. **Journal of Pest Science**, Tokyo, v.79, n.4, p.201-207, 2006.
- AHMAD, M.; IQBAL, A.M.; AHMAD, Z. Susceptibility of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to new chemistries in Pakistan. **Crop Protection**, Guildford, v.22, p.539-544, 2003.
- ALI, A.; CHOUDHURY, R.A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, cidade, v.4, n.1, p.99-106, 2009.
- ARIOLI, C.J.; BOTTON, M.; CARVALHO, G.A. Controle químico da *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura do pessegueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1695-1700, 2004.
- AVILLA, C.; GONZALEZ-ZAMORA, J.E. Monitoring resistance of *Helicoverpa armigera* to different insecticides used in cotton in Spain. **Crop Protection**, Guildford, v.29, p.100-103, 2010.
- AYVAZ, A.; ALBAYRAK, S.; KARABORKLU, S. Gamma radiation sensitivity of the eggs, larvae and pupae of Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). **Pest Management Science**, Sussex, v.64, p.505–512, 2008.
- BABARIYA, P.M.; KABARIA, B.B.; PATEL, V.N.; JOSHI, M.D. Chemical control of gram pod bore *Helicoverpa armigera* Hübner infesting pigeonpea. **Legume Research**, cidade, v.33, p.224-226, 2010.
- BACCI, L.; SILVA, E.M.; MARTINS, J.C.; CHEDIK, M.; SENA, M.E. Seletividade fisiológica de inseticidas aos inimigos naturais de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em brássicas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.spe, p. 2045-2051, 2009.
- 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.
- BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea* III. Determinação das exigências térmicas de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.25, p.215-219, 1990.

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

BOWEN, W.R.; STERN, V.M. Effect of the temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v.59, n.4, p.822-834, 1966.

BRUNNER, J.F.; DUNLEY, J.E.; DOERR, M.D.; BEERS, E.H. Effect of Pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leaf rollers in Washington. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.94, n.5, p.1075-1084, 2001.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F. Biological characteristics and thermal requirements of a Brazilian strain of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatalis*. **Biological Control**, Orlando, v.51, p.355–361, 2009.

BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; VIEIRA, S.S. 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.

BUILDING, B.M.; ARHABHATA, S. Status of insecticide resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). **Journal of Central European Agriculture**, Zagreb, v.8, n.2, p.171-182, 2007.

CARMO, E.L.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; VIEIRA, S.S.; GOBBI, A.L.; VASCO, F.R. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2293-2300, 2009.

CARMO, E.L.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; VIEIRA, S.S.; GOULART, M.M.P.; CARNEIRO, T.R. Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja para pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.2, p.283-290, 2010.

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, p.770-775, 1999.

CARVALHO, G.A.; PARRA, J.R.P.; BAPTISTA, G.C. de. Impacto de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro na fase adulta de duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p.560-568, 2001.

CARVALHO, G.A.; PARRA, J.R.P.; BATISTA, C.G. 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.

CARVALHO, G.A.; PARRA, J.R.P.; BAPTISTA, G.C. Bioatividade de produto fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas gerações F1 e F2. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.2, p.261-270, 2003.

CARVALHO, G.A.; MIRANDA, J.C.; VILELA, F.Z.; MOURA, A.P.; MORAES, J.C. Impacto de inseticidas sobre vespas predadoras e parasitoides e sua eficiência no controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71, p.63-70, 2004.

CARVALHO, G. A.; FUINI, L.C.; ROCHA, L.C.D.; REIS, P.R.; MORAES, J.C.; ECOLE, C.C. Avaliação da seletividade de inseticidas utilizados na tomaticultura a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Ecosystema**, Espírito Santo do Pinhal, v.28, n.1, p. 203-210 2003.

CHEN, X.; SONG, M.; QI, S.; WANG, C. Safety evaluation of eleven insecticides to *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.106, p.136-141, 2013.

CHOUGULE, N.P.; GIRI, A.P.; SAINANI, M.N.; GUPTA, V.S. Gene expression patterns of *Helicoverpa armigera* gut proteases. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, Oxford, v.35, p.355–367, 2005.

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

CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. New York: Springer, 2010. 479p.

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**, Berlim, v.125, p.37-43, 2001.

CORNELL, H.V.; HAWKINS, B.A. Survival patterns and mortality sources of herbivorous insects: some demographic trends. **The American Naturalist**, Chicago, v. 145, p. 563-593, 1995.

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

- CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1995. 45p. (Circular Técnica, 21).
- CUNNINGHAM, J.P.; ZALUCKI, M.P.; WEST, S.A. Learning in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): a new look at the behaviour and control of a polyphagous pest. **Bulletin of Entomological Research**, London, v.89, n.3, p.201-207, 1999.
- CZEPAK, C.; VIVAN, L.M.; ALBERNAZ, K.C. Praga da vez. **Cultivar**: grandes culturas, Pelotas, v.15, n.167, p.20-27, 2013.
- CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H.O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.43, n.1, p.110-113, 2013.
- DALY, J.C.; HOKKANEN, H.M.T.; DEACON, J. Ecology and resistance management for *Bacillus thuringiensis* transgenic plants. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v.4, p.563-571, 1994.
- DEGRANDE, P.E.; GOMEZ, D.R.S. Seletividade de produtos químicos no controle de pragas. **Agropecuária**, São Paulo, v.7, p.8-13, 1990.
- DEGRANDE, P.E.; REIS, P.R.; CARVALHO, G.A.; BELARMINO, L.C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais, In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle Biológico no Brasil**: parasitoides e predadores. Baureri: Manole, 2002. p. 71-93.
- DELATORRE, S.L. **Trichogramma**: biología, sistemática y aplicación. La Habana: Editorial Científico Técnica, 1993. 316p.
- 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.
- DHADIALLA, T.S.; CARLSON, G.R.; LE, D.P. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. **Annual Review of Entomology**, Standfort, v.43, p.545-569, 1998.
- DOUTT, R.L. The biology of parasitic hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.4, p.161-182, 1959.
- EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO). **Data sheets on quarantine organisms n° 110: *Helicoverpa armigera***. Paris: EPPO, 1981.p 110-114.
- EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO). *Helicoverpa zea*. In: SMITH, I.M.; MCNAMARA, D.G.; SCOTT, P.R.; HOLDERNESS, M. (Ed.). **Quarantine pests for Europe**. Wallingford: CAB International, 1996. p.1-6.

FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. In: ELSHEMY, H.A. (Ed.). **Soybean – pest resistance**. Cairo: InTeOpP, 2013. p.231-280.

FITT, G.P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.34, n.1, p.17-52, 1989.

FLANDERS, S.E. Biological Control of the codling moth. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 20, p.644-649, 1927.

FOERTER, 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. **Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. Barueri: Manole, 2002. p. 95-144.

GALLO, D.; NAKANO.; SILVERA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. **Entomologia agrícola**, Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GALVAN, T.L.; KOCH, R.L.; HUTCHISON, W.D. Toxicity of indoxacarb and spinosad to the multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), via three routes of exposure. **Pest Management Science**, Hoboken, v. 62, p. 797-804, 2006.

GAUER, A.R.; MAGANO, D.A.; SILVA, M.S.; ZIMMER, M.; GRÜTZMACHER, A.D. **Efeito de inseticidas piretróides sobre pupas do parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2014. Disponível em: <http://ufpel.edu.br/ckc/2011/anais/pdf/CA/CA_01496.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2014.

GERSON, V.; COHEN, E. Resurgences of spider mites (Acari: Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. **Experimental & applied acarology**, Amsterdam, v.6, n.1, p.29-46, 1989.

GIOLO, F.P.; GRÜTZMACHER, A.D.; PROCÓPIO, S.O.; MANZONI, C.G.; LIMA, C.A.B.; NÖRNBERG, S.D. Seletividade de formulações de glyphosate a *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta daninha**, Viçosa, v.23, n.3, p.457-462, 2005.

GOMES, J.G. Histórico do combate biológico no Brasil: Primeiro Simpósio Brasileiro Sobre Combate Biológico. **Boletim do Instituto Agrônomo**. Campinas, v.21, p.89-97, 1963.

GOMES, S.M. **Comparação de três hospedeiros alternativos para criação e produção massal de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *T. galloi* Zucchi, 1988**. 1997. 106p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GUIFEN, Z.; HIRAI, K. Effects of insecticides on developmental stages of *Trichogramma japonicum* in the laboratory. **Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society**, Ibaraki, v.44, p.197-200, 1997.

GUO, Y.Y. Progress in the researches on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. **Acta Entomologica Sinica**, Beijing, v.40, n.1, p.1-6, 1997.

GUOQING, L.; ZHAOJUN, H.; LILI, M.; XIAORAN, Q.; CHANGKUN, C.; YINCHANG, W. Natural oviposition-deterrent chemicals in female cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). **Journal of Insect Pathology**, New York, v.47, n.9, p.951-956, 2001.

HAJEK, A.E.; HOKKANEN, H.M.T. **Environmental impacts of microbial insecticides**. Washington: Springer, 2006. 281p.

HAMEDI, N.; FATHIPOUR, Y.; SABER, M.; SHEIKHI-GARJAN, A. Sublethal effects of two common acaricides on the consumption of *Tetranychus urticae* (Prostigmata: Tetranychidae) by *Phytoseius plumifer* (Mesostigmata: Phytoseiidae). **Systematic and Applied Acarology**, London, v.14, p.197-205, 2009.

HAMEDI, N.; FATHIPOUR, Y.; SABER, M. Sublethal effects of fenpyroximate on life table parameters of the predatory mite *Phytoseius plumifer*. **BioControl**, Dordrecht, v.55, p.271-278, 2010.

HARDWICK, D.F. The corn earworm complex. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, Ottawa, v.97, p.5-247, 1965.

HASSAN, S.A. Guidelines for the evaluation of side-effects of plant protection product on *Trichogramma caoeciae*. In: **International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants. Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms"**, 1992. p.18-39.

HASSAN, S.A. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. (Ed.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. p.55-72.

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, 1997cap.8, p.207-233.

HASSAN, S.A. The suitability of *Trichogramma cacoeciae* as an indicator species for testing the side effect of pesticides on beneficial arthropods, compared to other parasitoids. **IOBC/WPRS Bulletin**, cidade, v.21, n.6, p.89-92, 1998.

HASSAN, S.A.; BIGLER, F.; BOGENSCHÜTZ, H. Results of the fourth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, Hamburg, v.105, p.321-329, 1988.

HOU, M.L.; WANG, F.L.; WAN, F.G.; ZHANG, F. Parasitism of *Helicoverpa assulta* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae) eggs by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae): implications for inundative release on tobacco plants. **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v.41, p.577-584, 2006.

IGNACIMUTHU, S.; JAYARAJ, S. Ecofriendly approaches for sustainable pest management. **Current Science**, Bangalore, v.84, p.10-25, 2003.

ISSA, G.I.; ELBANHAWY, E.M.; RASMY, A.H. Successive release of the predatory mite *Phytoseius plumifer* for combating *Tetranychus arabicus* (Acarina) on fig seedlings. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, Hamburg, v.76, p.442-444, 1974.

KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Murree, v.3, n.8, p.1213-1222, 2000.

LAMMERS, J.W.; MACLEOD, A. **Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808)**. 2007. Disponível em: <<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

MAHDAVI, V.; SABER, M.; RAFIEE-DASTJERDI, H.; MEHRVAR, A. Comparative study of the population level effects of carbaryl and abamectin on larval ectoparasitoid *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). **BioControl**, Dordrecht, v.56, p.823-830, 2011.

MANSOUR, R.; SUMA, P.; MAZZEO, G.; LEBDI, K.G.; RUSSO, A. Evaluating side effects of newer insecticides on the vine mealybug parasitoid *Anagyrus* sp. near *pseudococci*, with implications for integrated pest management in vineyards. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v.39, n.4, p. 69-376, 2011.

MANZONI, C.G.; GRÜTZMACHER, A.; GIOLO, F.; HÄRTER, W.; CASTILHOS, R.; PASCHOA, M. Seletividade de Agroquímicos utilizados na produção integrada de maçã aos parasitoides *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatan & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **BioAssay**, São Paulo, v.2, n.1, p.1-11, 2007.

MOLINA, R.M.S. **Bioecologia de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdytoplopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros**. 2003. 80p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MOLINA, R.M.S.; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) e determinação do número de parasitoides a ser liberado para o controle de *Gymnandrosoma aurantianum* Lima (Lepidoptera, Tortricidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.50, n.4, p.534-539, 2006.

MOURA, A.P.; CARVALHO, G.A.; RIGITANO, R.L.O. Efeito residual de novos inseticidas utilizados na cultura do tomateiro sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.2, p.231-237, 2004.

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

NAGARKATTI, S.; NAGARAJA, H. Redescriptions of some Known species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) showing the importance of the male genitalia as a diagnostic character. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham, v.61, p.13-31, 1971.

NAKANO, O. Avanços na prática do controle de pragas. **Informação Agropecuária**, Belo Horizonte v.12, n.140, p.55-59, 1986.

NAVA, D.E.; TAKAHASHI, K.M.; PARRA; J.R.P. Linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* para controle de *Stenoma catenifer*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.1, p.9-16, 2007.

NORNBERG, S. **Efeito dos agrotóxicos utilizados na produção integrada de maçã sobre *Trichogramma pretiosum* Riley 1870 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2008. 76p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade-Entomologia) – Curso de Pós-graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas.

NÖRNBERG, S.D.; GRÜTZMACHER, A.D.; KOVALESKI, A.; CAMARGO, E.S.; PASINI, R.A. Toxicidade de agrotóxicos utilizados na produção integrada de maçã a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.15, n.1, p.49-56, 2009.

NORRIS, R.F.; CASWELL-CHEN, E.P.; KOGAN, M. **Concepts in integrated pest management**. New Jersey: Prentice Hall, 2003. 586p.

OLIVEIRA, N.C.; WILCKEN, C.F.; MATOS, C.A.O. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.48, n.4, p.529-533, 2004.

PARRA, J.R.P. O Controle biológico e o manejo de pragas: passado, presente e futuro. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Ed.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Univ. Federal de Santa Maria, 2000. p.59-70.

PARRA, J.R.P. Mass rearing of egg parasitoids for biological control programs. In: CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, A. **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. New York: Springer, 2010. cap. 10, p.267-292.

PARRA, J.R.P. Biological Control in Brazil an Overview. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.71, p.420-429, 2014.

PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, 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.; ZUCCHI, R.A. Uso de *Trichogramma* no controle de pragas. In: NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Atualização sobre métodos de controle de pragas**. Piracicaba: ESALQ, 1986. p.54-75.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 324p.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of the use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.3, p.271-281, 2004.

PARRA, J.R.P.; COELHO JR., A.; GEREMINAS, L.D.; BERTIN, A.; RAMOS, C.J. **Criação de *Anagasta kuehniella*, em pequena escala, para produção de *Trichogramma***. Piracicaba: Occasio, 2014. 32p.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R. A.; COELHO JR., A.; GEREMIAS, L.D.; CÔNSOLI, F.L. *Trichogramma* as a tool for IPM in Brazil. In: VISON, B. x A worldwide view of the past, present and future. in press. 2015.

PATIL, S.; BASHASAB, F.; VIJAYKUMAR, A.; BASAVANAGOUD, A.; KURUVINASHETTI, M.S.; PATIL, B.V. Genetic relatedness among *Helicoverpa armigera* (Hübner) occurring on different host plants as revealed by random amplified polymorphic DNA markers. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Taiwan, v.9, p.227-233, 2006.

PINTO, J.D.; STOUTHAMER, R. Systematics of the Trichogrammatidae with emphasis on Trichogramma. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. (Ed.). **Biological Control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. cap.1, p.1-36.

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.; VELTEN, R.K.; PLATNER, G.R.; OATMAN, E.R. Phenotypic plasticity and taxonomic character in *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of Entomological Society of America**, Lanhan, v.82, p.414-425, 1989.

PINTO, J.D.; STOUTHAMER, R.; PLATNER, G.R.; OATMAN, E.R. Variation in Reproductive Compatibility in *Trichogramma* and Its Taxonomic Significance (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of Entomological Society of America**,

Lanhan, v.84, n.1, p.37-46, 1991.

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, n.2, p.277-282, 2001.

QUERINO, R.B.; ZUCCHI, R.A. O gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no Brasil. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. **Resumos...**São Paulo: SICONBIOL, 2003. (Resumo, 131)

QUERINO, R.B.; ZUCCHI, R.A.; PINTO, J.D. Systematics of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) with a focus on the genera attacking Lepidoptera. In: CONSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. New York: Springer, 2010. p.191-218.

RAFIEE-DASTJERDI, H.; HEJAZI, M.J.; NOURI-GANBALANI, G.; SABER, M. Toxicity of some biorational and conventional insecticides to cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and its ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Entomological Society of Iran**, cidade, v.28, p.27-37, 2008.

REYNOLDS, S.E. The cuticule, growth regulators and moulting in insects: the essential background to the action of acylurea insecticides. **Pesticide Science**, Oxford, v.20, p.131-146, 1987.

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

ROCHA, L.C.D.; CARVALHO, G.A. Adaptação da metodologia padrão da IOBC para estudos de seletividade com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.3, p.315-320, 2004.

SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P. Efeito do número e intervalo entre liberações de *Trichogramma pretiosum* Riley no parasitismo e controle de *Helicoverpa zea* (Boddie), em milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.355-359, 1993.

SABER, M.; HEJAZI, M.J.; KAMALI, K.; MOHARRAMIPOUR, S. Lethal and sublethal effects of fenitrothion and deltamethrin residues on the egg parasitoid *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.98, p.35-40, 2005.

- SANTOS, A.C.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F. Seletividade de defensivos agrícolas aos inimigos naturais. In: PINTO, A.S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Ed.). **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: CP2, 2006. p.221-227.
- SAS INSTITUTE. SAS system: SAS/STAT version 9.1. Cary, 2003.□
- SCHULD, M.; SCHMUCK, R. Effects of thiacloprid, a new chloronicotinil insecticide, on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae*. **Ecotoxicology**, New York, v.9, p.197-205, 2000.
- SEKULIC, R.; TATJANA, K.; MASIREVIC, S.; VAJGAND, D.; GORDANA, F.; RADOJCIC, S. Incidence and damage of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hbn.) in Vojvodina Province in 2003. **Biljni Lekar Plant Doctor**, cidade, v.32, p.113-124, 2004.
- SILVA, M.T.B.; CORSO, I.C.; BELARMINO, L.C.; LINK, D.; TONET, G.L.; GOMES, S.A.; SANTOS, B. Avaliação de inseticidas sobre predadores das pragas da soja, em dez anos agrícolas, no Brasil. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, n.96, p.3-16, 1988.
- SMITH, S.M. Biological Control with *Trichogramma*: advances, successes and potential of their use. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.50, p.375-406, 1996.
- SOARES, J.J.; BUSOLI, B.A.; BRAZ, C.A. Impacto de herbicidas sobre artrópodos benéficos associados ao algodoeiro. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.30, n.9, p. 1135-1140, 1995.
- STARK, J.D.; BANKS, J.E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.48, p.505–519, 2003.
- STEFANELLO JÚNIOR, G.J.; GRUTZMARCHER, A.D.; SPAGNOL, D.; PASINI, R.A.; BONEZ, C.; MOREIRA, D.C. Persistence of pesticides used in corn field to the parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência Rural**. Santa Maria, v.42, n.1, p.17-23, 2012.
- STEIN, C.O.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação ultra-violeta para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zelle, 1879) visando estudos com *Trichogramma sp.* **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v.16, n.1, p.229-231, 1987.
- STOUTHAMER, R. The use of sexual versus asexual wasps in biological control. **Entomophaga**, Paris, v.38, n.1, p.3-6, 1993.
- SUROSHE, S.S.; GAUTAM, R.D.; FAND, B.B. Safety evaluation of insecticides on adult *Aenasius bambawalei* Hayat (Hymenoptera: Encyrtidae), a solitary endoparasitoid of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley. **Indian Journal of Entomology**, New Delhi, v.76, n.3, p.224-228, 2014.
- TODD, E.L. The distribution and nomenclature of the corn earworm. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.48, p.600-603, 1955.

van DE VEIRE.; M.; STERK, G.; van DER STAAIJ, M.; RAMAKERS, P.M.J.; TIRRY, L. Sequential testing scheme for the assessment of the side-effects of plant protection products on the predatory bug *Orius laevigatus*. **BioControl**, Dordrecht, v.47, p.101-113, 2002.

van LENTEREN. J.C. Need for quality control of mass produced biological control agents. In:_____. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. Wallingford: CABI, 327p. 2003

van LENTEREN, J.C.; BUENO, V.H.P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, Dordrecht, v.48, p.123–139, 2003.

van LENTEREN, J.C. Current situation of biological control (including region/country reviews). In:_____. IOBC Internet Book of Biological Control. Wageningen: IOBC, 2008. chap. 5, p. 41-51. 2008

VANACLOCHA, P.; VIDAL-QUIST, C.; OHEIX, S.; MONTÓN, H.; PLANES, L.; CATALÁN, J.; TENA, A.; VERDÚ, M.J.; URBANEJA, A. Acute toxicity in laboratory tests of fresh and aged residues of pesticides used in citrus on the parasitoid *Aphytis melinus*. **Journal of Pest Science**, Tokyo, v.86, n.2, p.329-336, 2013.

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

WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CABI, 1994. 286p.

WU, K.M. Regional management strategy for cotton bollworm *Helicoverpa armigera* in China. **Control of Insect Pests**, Netherlands v.7, p.559-565, 2007.

WYCKHUYS, K.A.; LU, Y.; MORALES, H.; VAZQUEZ, L.L.; LEGASPI, J.C.; ELIOPOULOS, P.A.; HERNANDEZ, L.M. Current status and potential of conservation biological control for agriculture in the developing world. **Biological Control**, Orlando, v.65, n.1, p.152-167, 2013.

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

ZALUCKI, M.P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P.H. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hubner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? **Australian Journal of Zoology**, Victoria, v. 34, n.6, p.779-814, 1986.

ZUCCHI, R.A.; MONTEIRO, R.C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p.41-46.

ZUCCHI, R.A.; QUERINO, R.B.; MONTEIRO, R.C. Diversity and hosts of *Trichogramma* in the New World, with emphasis in South America. In: CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. New York: Springer, 2010. 219-236.