

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**VINÍCIUS PEREIRA DOS SANTOS**

**AÇÃO DE INSETICIDAS E FUNGICIDAS EMPREGADOS NA  
CULTURA DO TOMATEIRO SOBRE *Trichogramma pretiosum* Riley,  
1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**

ALEGRE - ES  
2013

VINÍCIUS PEREIRA DOS SANTOS

**AÇÃO DE INSETICIDAS E FUNGICIDAS EMPREGADOS NA  
CULTURA DO TOMATEIRO SOBRE *Trichogramma pretiosum* Riley,  
1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal na área de concentração Fitossanidade.  
Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli

ALEGRE - ES  
2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

Santos, Vinícius Pereira dos, 1982-

S237a            Ação de inseticidas e fungicidas empregados na cultura do  
tomateiro sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera:  
*Trichogrammatidae*) / Vinícius Pereira dos Santos. – 2013.  
71 f. : il.

Orientador: Dirceu Pratissoli.

Coorientador: Hugo Bolsoni Zago.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Tomate. 2. Pragas agrícolas – Controle biológico. 3. Fungicidas.  
4. Inseticidas. 5. *Trichogramma*. I. Pratissoli, Dirceu. II. Zago, Hugo  
Bolsoni. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências  
Agrárias. IV. Título.

CDU: 63

---

VINÍCIUS PEREIRA DOS SANTOS

**AÇÃO DE INSETICIDAS E FUNGICIDAS EMPREGADOS NA  
CULTURA DO TOMATEIRO SOBRE *Trichogramma pretiosum* Riley,  
1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal na área de concentração Fitossanidade.

Aprovada em 28 de Fevereiro de 2013

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Dirceu Pratissoli  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador**

---

**Prof. Dr. Ulysses Rodrigues Vianna  
Universidade Federal do Espírito Santo**

---

**Pesq. Dr. José Salazar Zanúncio Junior  
INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa e  
Extensão Rural**

---

**Pesq. Dr. Ramon Santos de Minas  
Universidade Federal do Espírito Santo**

---

**Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago  
Universidade Federal do Espírito Santo**

Dedico este trabalho à minha família de Alegre e a de São Mateus, em especial ao meu amado Pai (*in memoriam*). Obrigado a todos que sempre me apoiaram para conquistar meus objetivos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao nosso Senhor Deus, por mais uma vitória na vida.

À minha Família, pelo apoio em todos os momentos de minha vida. Em especial, ao meu Pai Benedito José dos Santos, que não está mais presente, que sempre me ajudou e acreditou nos meus sonhos. À minha mãe Geilza Pereira dos Santos, por ser o grande amor da minha vida.

À minha amada esposa e companheira Érika Aparecida Silva de Freitas, pela compreensão, amizade, companheirismo e incentivo. À minha filha, pela bagunça e pelos passeios nas praças desta cidade de Alegre. Ao meu caro “filho” e amigo Hugo Tristão de Freitas Sartore, pela sua luta e dedicação aos estudos. À minha cunhada preferida Cristina Freitas Balarini e família. Aos meus pais de Alegre Rosemburgo Cássia de Freitas e Wilma Alves da Silva.

Ao Prof. Dr. Dirceu Pratissoli, pela orientação, ensinamento e a oportunidade de cursar o Mestrado em Produção Vegetal na UFES.

À Banca Examinadora: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli, Prof. Dr. Ulysses Rodrigues Vianna, Dr. José Salazar Zanúncio Junior (INCAPER), Dr. Ramon Santos de Minas e Dr. Hugo Bolsoni Zago.

Aos amigos do NUDEMAFI, começando pela Tia Carlota e o maior pipeiro e pescador de Alegre Leonardo Mardgan. Aos alunos da graduação: Lorena, Priscila, Ingrid, Amanda, Wilson, Higor, Débora Fornazier e Leam. Aos amigos da Pós Graduação: Carlos Magno, Eduardo Grecco, Fernando Zinger, Flávio Neves, João Paulo, José Romário de Carvalho, Kharen Priscila, Luziani Rezende, Vando Miossi e Ramon Santos de Minas.

Ao professor Dr. Rosembergue Nipes Bragança.

Aos amigos de sempre e aos amigos conquistados em Alegre durante o mestrado: Ana Cláudia Nascimento (Doutorado), Arieli Altoé (Mestrado), Lucas Contarato Pilon (Mestrado), Lauana Pelanda (Mestrado), Carlos Magno Ramos (Doutorado), Débora Ferreira Melo (Doutorado), Flávio Neves Celestino (Doutorado),

Eduardo Domingos Greco (Doutorado), Thiago Kloss (Doutorando) e Kharen Priscila de Oliveira Silva Salomão (Mestrado).

Ao grande amigo e irmão Rodrigo da Silva da Atual Sistemas de Alegre.

Para a Coordenação do Programa de Produção Vegetal do CCAUFES – Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis.

À Secretária do Programa de Produção Vegetal do CCAUFES – Madalena Caetano Capucho.

Aos antigos amigos da EAF-COL, atual IFES Campus Itapina.

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado.

Aos antigos e novos funcionários da ESAES, CAUFES e CCAUFES.

A todos que fazem da educação o alicerce de um futuro melhor e mais justo.

"Não se mede o valor de um homem pelas suas roupas ou pelos bens que possui, o verdadeiro valor do homem é o seu caráter, suas ideias e a nobreza dos seus ideais."

Charles Chaplin

## BIOGRAFIA

Vinícius Pereira dos Santos, nascido em São Mateus, Estado do Espírito Santo, em 19 de Maio de 1982, filho de Benedito José dos Santos (*In memoriam*) e Geilza Pereira dos Santos. cursou os estudos fundamentais na Escola Estadual de 1º e 2º Grau “Polivalente” até a 8º série e Escola Agrotécnica Federal de Colatina EAF-COL (atual IFES Campus Itapina) onde concluiu o ensino médio e profissionalizante como Técnico Agrícola nos anos entre 1998 a 2000. Aos 18 anos, ingressou no curso de Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Espírito Santo no Campus de Alegre, atual Centro de Ciências Agrária da Universidade Federal do Espírito Santo CCA-UFES. Durante a graduação, foi monitor bolsista de informática desde o segundo período até o décimo período. Aos 26 anos de idade, obteve o título de Engenheiro Agrônomo. Em seguida, ingressou como aluno especial do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal no ano de 2009, nesta cidade de Alegre-ES. No dia 17 de Julho de 2010, nasceu sua primogênita “Letícia Freitas dos Santos”. Em Março de 2011, ingressou como aluno Regular do programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, sob a nobre orientação do Prof. Dr. Dirceu Pratissoli. Aos 28 de Fevereiro de 2013, defendeu sua dissertação, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, Área de Concentração em Fitossanidade (Entomologia).

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	XII
RESUMO GERAL.....	XIV
GENERAL ABSTRACT.....	XV
1 CAPÍTULO I.....	15
1.1 INTRODUÇÃO GERAL.....	15
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
<b>1.2.1 Tomate - <i>Lycopersicum esculentum</i> Miller (1754).....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2 Manejo fitossanitário de pragas .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.3 Seletividade de agrotóxicos a inimigos naturais .....</b>	<b>22</b>
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
<b>2.CAPÍTULO II.....</b>	<b>29</b>
RESUMO .....	29
2.1 INTRODUÇÃO.....	31
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
<b>2.2.1 Criação de e manutenção de <i>Trichogramma pretiosum</i>.....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.2 Bioensaio de seletividade .....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.3 Análise estatística.....</b>	<b>34</b>
2.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
2.4 CONCLUSÃO .....	38
2.5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
3.CAPÍTULO III.....	43
RESUMO .....	44
3.1 - INTRODUÇÃO.....	46
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
<b>3.2.1 Criação e manutenção de <i>Trichogramma pretiosum</i>.....</b>	<b>47</b>
<b>3.2.2 - Fungicidas avaliados.....</b>	<b>47</b>
<b>3.2.3 Análise estatística.....</b>	<b>49</b>
3.4 CONCLUSÃO .....	54
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
4.CAPÍTULO IV.....	58
RESUMO .....	58

4.1 INTRODUÇÃO.....	60
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	61
<b>4.2.1 Criação de e manutenção de <i>Trichogramma pretiosum</i>.....</b>	<b>61</b>
<b>4.2.2 Agrotóxicos testados .....</b>	<b>61</b>
<b>4.2.3 Bioensaio de seletividade .....</b>	<b>62</b>
<b>4.2.5 Análise estatística.....</b>	<b>63</b>
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	64
<b>4.3.1 Seletividade.....</b>	<b>64</b>
4.4 CONCLUSÃO .....	68
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

- Tabela 1** - Inseticidas avaliados nos testes de seletividade a *Trichogramma pretiosum*.....34
- Tabela 2** - Percentual de parasitismo por fêmea, redução no parasitismo (RP) de *Trichogramma pretiosum* em relação à testemunha e classes de seletividade dos inseticidas recomendados para a Cultura do Tomateiro. Temperatura  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ; fotofase: 14h.. .....36

### CAPÍTULO III

- Tabela 3** - Fungicidas avaliados no teste de seletividade a *Trichogramma pretiosum*... .....49
- Tabela 4** - Percentual de parasitismo, redução no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em relação à testemunha e classes de seletividade dos fungicidas recomendados para a Cultura do Tomateiro. Temperatura  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ; fotofase: 14h.....50

### CAPÍTULO VI

- Tabela 5** - Agrotóxicos utilizados em teste de seletividade e susceptibilidade a *Trichogramma pretiosum*.....55
- Tabela 6** - Percentual de parasitismo, redução no parasitismo (RP) de *Trichogramma pretiosum* em relação à testemunha e classes de seletividade dos inseticidas recomendados para a Cultura do Tomateiro e percentual de emergência dos descendentes do parasitoide.....56
- Tabela 7** - Percentual de parasitismo, redução no parasitismo (RP) de *Trichogramma pretiosum* em relação à testemunha e classes de seletividade dos fungicidas recomendados para a Cultura do Tomateiro e percentual de emergência dos descendentes do parasitoide.....66

## RESUMO GERAL

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos principais agrotóxicos registrados para cultura do tomateiro, sobre o parasitismo do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. Foram avaliados 29 fungicidas e 30 inseticidas quanto a sua seletividade. Os inseticidas e os fungicidas foram separados em classes toxicológicas, de acordo com a redução da capacidade de parasitismo, conforme escala proposta por membros da IOBC/WPRS. Mediante os resultados encontrados concluiu-se que os inseticidas Tiger® 100g/L (PIRIPROXIFEM), Nomolt® 150g/L (TEFLUBENZURON), Mospilan® 200g/Kg (ACETAMIPRID), Karate Zeon® 50g/L (LAMBDA-CIALOTRINA) e Ampligo® 100g/L (CHLORANTRANILIPROLE) + 50g/L (LAMBDA-CIALOTRINA) são considerados inócuos (Classe 1) para o parasitoide *T. pretiosum*. Para os fungicidas analisados concluiu-se que Kocide WDG® 538g/Kg (HIDRÓXIDO DE COBRE), Nativo® 200g/L (TEBUCONAZOLE) + 100g/L (TRIFLOXYSTROBIN), Censor® 500g/L (FENAMIDONE), Manzate® 800g/Kg (MANCOZEB), Orthocide 500® 500g/Kg (CAPTAN), Amistar 500 WG® 500g/Kg (AZOXYSTROBIN), Frowncide 500 SC® 500g/L (FLUAZINAM), Fegatex® (CLORETO DE BENZALCÔNIO), Redshield 750® 860g/Kg (ÓXIDO CUPROSO), Proplant® 722g/L (CLORIDRATO DE PROPAMOCARB), Isatalonil 500 SC® (CLOROTALONIL), Recop® 840g/Kg (OXICLORETO DE COBRE), Bion 500 WG® 500g/Kg (ACIBENZOLAR-S-METHYL) e Curzate Br® 80g/Kg (CYMOXANIL) + 640g/Kg (MANCOZEB) apresentam-se como fungicidas inócuos (Classe 1) ao parasitoide *T. pretiosum*. Após a análise dos dados, foi possível estabelecer uma relação de inseticidas e fungicidas com potencial de utilização no manejo integrado de pragas do tomateiro por compatibilizar o uso do controle químico.

**Palavras-chave:** Seletividade. Suscetibilidade. Controle biológico.

## GENERAL ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effect of the main pesticides registered for tomato crop on parasitism of egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. 29 fungicides and 30 insecticides were evaluated for their selectivity. Insecticides and fungicides were separated in toxicological classes, according to the reduced capacity of parasitism, as the scale proposed by members of the IOBC/WPRS. From the results obtained it was concluded that the insecticides Tiger® 100g/L (PYRIPROXYFEN), Nomolt® 150g/L (TEFLUBENZURON), Mospilan® 200g/Kg (ACETAMIPRID), Karate Zeon® 50g/L (LAMBDA-CYHALOTHRIN) and Ampligo® 100g/L (CHLORANTRANILIPROLE) + 50g/L (LAMBDA-CYHALOTHRIN) are considered safe (Class 1) for the parasitoid *T. pretiosum*. For fungicides analyzed it was concluded that Kocide® 538g/Kg WDG (COPPER HYDROXIDE), Nativo® 200g/L (TEBUCONAZOLE) + 100g/L (TRIFLOXYSTROBIN), Censor® 500g/L (FENAMIDONE) Manzate® 800g/Kg (MANCOZEB) Orthocide® 500g/Kg (CAPTAN), Amistar WG 500® 500g/Kg (AZOXYSTROBIN) Frowncide 500 SC® 500 g/L (FLUAZINAM), Fegatex ® (BENZALKONIUM CHLORIDE), Redshield 750 ® 860g/Kg (CUPROUS OXIDE), Proplant ® 722g/L (HYDROCHLORIDE PROPAMOCARB) Isatalonil 500 SC® (CHLOROTHALONIL), Recop 840g/Kg® (COPPER OXYCHLORIDE), Bion 500 WG® 500g/Kg (ACIBENZOLAR-S-METHYL) and Curzate Br® 80g/Kg (CYMOXANIL) + 640g/Kg (MANCOZEB) present as innocuous fungicides (Class 1) to the parasitoid *T. pretiosum*. After analyzing the data it was possible to establish a relationship of insecticides and fungicides with potential use in integrated pest management of tomato by harmonizing the use of biological control.

**Key words:** Selectivity. Susceptibility. Biological control.

# 1 CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUÇÃO GERAL

A safra mundial de tomate, em 2011, totalizou 10,8 milhões de toneladas, a área cultivada foi de 4,62 milhões de hectares com rendimento médio de 27,3 t/ha (FAOSTAT, 2012). O maior produtor mundial de tomate é a China (44,9%), seguida pela Índia (15,55%), Estados Unidos (11,66%), Turquia (10,27%) e Egito (7,5%). A China tem, ainda, a maior área cultivada (31,38%), seguida por Índia (10,36%), Turquia (5,80%), Egito (4,20%) e EUA (3,79%). No ano de 2011, o Brasil ficou em oitavo lugar em produção, representando 0,44%, o 14º em área cultivada (2,67%) e o sexto em produtividade, com rendimento médio de 62,87 ton./ha, valor 117,53% maior que a média mundial (FAOSTAT, 2012). Entre 1983-85 e 2003-05, o consumo mundial *per capita* de tomate cresceu 36%, passando de 14 kg para 19 kg por habitante por ano, de acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAOSTAT, 2012).

Em nível de Brasil, segundo o AGRUANUAL (2012), os estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais são os maiores produtores de tomate do país, sendo cultivados 52% de área total. Entre as regiões produtoras dessa hortaliça, a região sudeste destaca-se das demais por representar aproximadamente 35,62% de toda a produção brasileira. O Estado de Goiás, no ano de 2008, chegou ao patamar de produzir mais de 83,74 ton./ha enquanto que o Espírito Santo apenas 68,25 ton./ha. Dados de 2011 apontam certo crescimento para o Espírito Santo com produtividade média de 70,22 ton./ha, isto é, um acréscimo de 2,88% na produtividade média.

Segundo o AGRUANUAL (2012), a safra nacional do tomate de mesa de 2011 foi estimada em 4.103.435 toneladas colhidas em área de 65.262 ha, com produtividade média de 62,87 ton./ha conforme levantamento sistemático de produção agrícola. O estado do Espírito Santo apresentou uma produção estimada em 133.987 toneladas ocupando uma área de 1.908 ha, com produtividade média de 70,22 ton./ha, valor acima da média nacional.

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) admite ser cultivado em todas as regiões brasileiras, é uma cultura que se destaca pelos altos investimentos com insumos e pelo alto risco, em virtude da alta infestação de pragas e incidência de doenças, tanto nas lavouras destinadas ao consumo *in natura*, como para indústria (SOUZA; REIS, 2003; LUZ et al., 2007). Dessa maneira, para se obter uma produção viável, os agricultores fazem o uso indiscriminado dos agrotóxicos (CARVALHO et al., 2003). Assim sendo, de maneira geral, tanto para agricultura quanto para a tomaticultura, deve-se buscar a utilização de métodos que visem à racionalidade e a eficiência de forma a estimular os processos biológicos e recuperar o potencial da biodiversidade ambiental (PROTAS, 2003).

O sistema implantado pelo homem nas últimas décadas foi caracterizado pelo uso abusivo de agrotóxicos que além de contaminar o ambiente e o homem deu início a indução da resistência das pragas a certos princípios ativos. São de grande importância o estudo e o aperfeiçoamento de metodologias de controle de pragas que visem à integração de técnicas, compatibilizando o uso do controle químico com o controle biológico (CARMO et al., 2010).

O controle químico é o método mais utilizado no manejo da tomaticultura convencional, embora eficientes na maioria das vezes, os agrotóxicos podem afetar negativamente a comunidade de inimigos naturais, sobretudo os parasitoides. Além disso, é crescente o uso de agentes de controle biológico em culturas agrícolas do Brasil, já tendo sido registrado o uso de *T. pretiosum* em mais de 3.000 hectares de milho em 2008 na Região de Santa Maria, RS (NAVA; NACHTIGAL, 2010). Além da utilização em massa, existem alguns estudos com esses parasitoides visando o controle biológico de pragas da cana-de-açúcar (BOTELHO et al., 1999), do algodoeiro (BLEICHER; PARRA, 1989), do tomateiro (PRATISSOLI; PARRA, 2000), do milho (SÁ; PARRA, 1994), de pragas de grãos armazenados (INOUE; PARRA, 1998) e de citros (MATOS, 2007).

O sistema de produção de tomate convencional visa sanar em primeiro momento a produção em quantidade deixando em segundo plano a qualidade sanitária deste alimento. Atualmente, existe uma grande preocupação em consumir produtos isentos ou com pouco resíduo de agrotóxico. Percebe-se então a necessidade de adoção efetiva e intensiva de métodos alternativos ao uso excessivo de agrotóxicos. Devido

à contaminação ambiental e aos resíduos de agrotóxicos nos alimentos, pode-se também estimar que as populações residentes próximas a áreas de cultivo e os moradores urbanos também estão expostos aos efeitos nocivos desses agentes químicos (CARVALHO et al., 2005).

Parasitoides do gênero *Trichogramma* têm sido amplamente utilizados em programas de controle biológico de pragas (ALMEIDA et al., 2010). Entre as diversas espécies, destaca-se *T. pretiosum* devido à ampla distribuição, destacando-se por ser o parasitoide mais explorado comercialmente e sua agressividade sendo relatada em 18 hospedeiros e em 13 culturas (ZUCCHI; MONTEIRO, 1997; PRATISSOLI et al., 2004; DELPUECH et al., 2010).

Baseado na visão holística do Manejo Fitossanitário de Pragas (MFP) é de grande importância à integração de dois ou mais métodos de controle dos insetos-pragas, visando um melhor controle e um menor impacto no ambiente. Busca-se com isso a integração de métodos, como por exemplo, uso de agrotóxicos (inseticidas e fungicidas) e controle biológico. A integração de técnicas de controle com mais de uma ferramenta no controle de pragas e doenças, possibilitando produzir para atender a demanda sem comprometer a qualidade do produto final.

Os controles biológicos e químicos necessitam ser compatibilizados a fim de preservar a comunidade de insetos benéficos no sistema de produção. Nesse sentido, o grupo de trabalho da *International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants* (IOBC), *West Palaearctic Regional Section* (WPRS) estabeleceu as diretrizes para a condução de bioensaios e categorização dos agrotóxicos quanto à seletividade, contando com as etapas de laboratório (fases adulta e imatura); laboratório/casa-de-vegetação (persistência) e campo (fase adulta) (HASSAN et al., 2000; HASSAN; ABDELGADER, 2001).

Segundo Goulart et al. (2008), para bons resultados em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) é importante que os produtos fitossanitários sejam eficientes contra as espécies-praga e seletivas aos insetos não alvos. Trabalhos conduzidos por Gravena (1992) mostraram que a seletividade de agrotóxicos é obrigatória no manejo fitossanitário de pragas para que o controle biológico tenha pleno êxito. Para Carvalho et al. (2001), a agregação do método químico com o biológico é importante para o controle de insetos-praga, permitindo a redução no

número de aplicações de produtos fitossanitários, com maior economia e menor impacto ambiental. Sendo assim, uma das estratégias comumente utilizadas em programas de Manejo Fitossanitário de Pragas é a utilização conjunta de agentes de controle biológico e agrotóxicos seletivos, já que atualmente o complexo de pragas, atacando uma cultura não pode ser controlado unicamente pelo método biológico (RUBERSON; TILLMAN 1999, MEDINA et al., 2003).

No Brasil, entretanto, pesquisas sobre persistência da ação de agrotóxicos sobre *T. pretiosum*, utilizando a metodologia da IOBC/WPRS, foram realizadas apenas para algumas frutíferas, nas quais foram testados produtos utilizados para a cultura do pessegueiro (GIOLO et al., 2008) e macieira (NÖRNBERG, 2009).

Bioensaios em nível de laboratório foram conduzidos neste trabalho, utilizando o agente de controle biológico *T. pretiosum*, a uma relação de 29 fungicidas e 30 inseticidas registrados para o controle de pragas e doenças no cultivo do tomateiro, objetivando estabelecer uma relação de inseticidas e fungicidas com potencial de uso compatibilizado ao controle biológico.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 Tomate - *Lycopersicum esculentum* Miller (1754)

O tomateiro é a hortaliça mais industrializada, empregando grandes contingentes de insumos e mão-de-obra, com um mercado de derivados que explora principalmente a produção de extratos, molhos prontos e *catchup* (KROSS et al., 2001). A cultura do tomateiro acumulou muitos ganhos genéticos com o melhoramento de plantas visando uma maior produção, longevidade pós-colheita dos frutos e possibilidade de cultivo em regiões mais remotas do mundo, mas continua apresentando muitos problemas, principalmente fitossanitários.

Vale ressaltar que é uma cultura de alto valor que exige cuidados constantes, pois está sujeita ao ataque de grande número de pragas, doenças e desordens fisiológicas. As sementes de híbridos longa vida possuem preços elevados, podendo custar em

média mais de 20 mil reais, cada embalagem de 500 gramas, que possibilita implantar uma lavoura de 150 mil pés de tomate. Exemplificando esta tendência, 500 gramas do tomate híbrido duplo Itapuã 800 SAIS longa vida custa 21 mil reais (ISLA, 2013). É importante destacar que os agrotóxicos respondem por mais de 35% do custo total de uma lavoura de tomate estaqueado (MELO 2003).

Nas três últimas décadas, houve acréscimo de produção, com maior contribuição da produtividade do tomate industrial, devido à utilização de cultivares e híbridos mais produtivos, enquanto a produção de tomate para consumo *in natura* acompanhou apenas o crescimento populacional (FAOSTAT, 2012).

Dados do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural) do ano de 2010 mostram que o estado do Espírito Santo é autossuficiente na produção da maioria das hortaliças nele consumidas, com excedentes exportáveis, sendo o tomate, em termos econômicos e sociais, a olerícola mais importante do Estado. A cultura está presente em todo o seu território, numa área de aproximadamente 2 mil hectares, envolvendo 700 propriedades, que produzem em torno de 140 mil toneladas do fruto por ano, gerando 10 mil empregos diretos e um montante de aproximadamente R\$ 100 milhões.

A importância social do tomate está no fato de que a atividade é altamente intensiva de mão-de-obra, tendo em vista que a cada hectare ocupa, em média, cinco trabalhadores rurais (SEAG-ES, 2012). O nível tecnológico da cultura é considerado muito alto, uma vez que se situa nos mesmos patamares de outros importantes estados produtores, tais como: Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Do volume de produção que fica no estado Espírito Santo, de 20% a 30% passam pela Central de Abastecimento do Espírito Santo (Ceasa-ES) e, destes, 72% são comercializados na Grande Vitória, sendo 76% em rede de supermercados e quilões, e 24% em feiras livres e cozinhas industriais. Os principais municípios produtores são Santa Teresa, Laranja da Terra e Venda Nova do Imigrante (INCAPER, 2010).

O alto potencial de dano das pragas do tomateiro como as brocas e traças tem causado preocupação entre os produtores de tomate nos últimos anos, os quais na ausência de métodos alternativos de controle fazem uso de inseticidas sem conhecimento técnico e aplicações de forma incorreta. Nesse contexto, as pragas podem desenvolver resistência a inseticidas, os inimigos naturais ter sua população

reduzida ou eliminada e os resíduos tóxicos causar sérios problemas à saúde pública e ao meio ambiente (TAMISO, 2005). Outro fator desfavorável relaciona-se com a implantação de lavouras em áreas concentradas, com o objetivo de produção durante o ano todo, proporcionando a manutenção da população de pragas em níveis sempre elevados (MELO, 2003).

Atualmente, a atividade agrícola requer maior eficiência por estar inserida num ambiente altamente competitivo, com necessidade de se buscar a melhoria do planejamento, gerenciamento e aperfeiçoamento das técnicas de produção para garantir a sustentabilidade. A produção de tomate encontra-se também nesse panorama, pois é uma cultura que demanda tecnologia em constante evolução e conhecimentos específicos para o cultivo. Por essa razão, o agricultor menos capacitado encontrará dificuldades para produzir em quantidade e qualidade (BOREL et al., 2010).

### **1.2.2 Manejo fitossanitário de pragas**

O conceito de Manejo Integrado de Pragas (MIP) abrange a utilização, de forma harmônica, de múltiplas técnicas, para a manutenção das pragas abaixo do nível de dano econômico e para a conservação do ambiente (CORSO et al., 1999). Esses sistemas são representados pelos métodos biológicos, de resistência de plantas, métodos culturais e físicos, incluindo também os métodos químicos, desde que utilizados de forma adequada e racional (PARRA, 1993).

O manejo integrado de pragas (MIP) surgiu nos meados do século XX como resposta aos malefícios ocasionados pelo uso indevido e sem orientação dos agrotóxicos. Portanto, o MIP pode ser definido como a utilização conjunta de técnicas de manejo isoladamente ou agrupadas visando o controle das desordens fitossanitárias, analisando a relação custo/benefício em consonância com os interesses e/ou impacto nos produtores, sociedade e ambiente (GALLO et al., 2002; PICANÇO et al., 2004; VALE et al., 2004).

A descoberta e a síntese de moléculas de ação inseticida durante a II Guerra Mundial desencadearam um extraordinário desenvolvimento desenfreado das indústrias químicas, ocasionando surgimento de inúmeros produtos químicos com diferentes

finalidades. Os métodos de controle de pragas até então empregados (culturais, biológicos, físicos) foram rapidamente substituídos devido ao método químico possuir em curto prazo rápida ação e eficiência. No entanto, não tardaram a surgir diversos efeitos adversos do uso indiscriminado dos agrotóxicos de amplo espectro de ação, tais como: o ressurgimento de pragas primárias devido aos efeitos diretos nas populações e inimigos naturais, a elevação ao *status* de pragas primárias a pragas até então de importância secundária, resistência aos inseticidas (já em 1946, o primeiro caso de resistência ao DDT foi relatado), resíduos nos alimentos, problemas ambientais advindos da persistência dos produtos no solo e água, bioacumulação, entre outros (BOARETTO; BRANDÃO, 2000).

Posteriormente ao MIP, surgiram novas definições para o manejo de pragas, e entre essas o manejo ecológico de pragas (MEP) demonstra uma singular preocupação com as interações que ocorrem no agroecossistema, sendo definido como: “Sistema de ações contra insetos e ácaros nocivos à agricultura, com ênfase à preservação e aumento dos inimigos naturais e uso de técnicas ambientais de manejo, tendo monitoramento e amostragem como suporte para a tomada de decisão” (GRAVENA; BENVENGA, 2003).

Os fundamentos tanto do Controle Integrado como do Manejo Integrado de Pragas baseiam-se em quatro elementos: na exploração do controle natural, nos níveis de tolerância das plantas aos danos causados pelas pragas, no monitoramento das populações para tomadas de decisão e na biologia e ecologia da cultura e de suas pragas. No Brasil, programas de Manejo Integrado de Pragas estão implementados para algumas culturas de importância econômica, a exemplo da soja, algodão, citros, entre outras frutíferas, com resultados promissores implicando em redução do número de aplicações, refletindo em economia para o agricultor e minimização de efeitos adversos ao meio ambiente.

Recentemente, o Centro de Ciências Agrárias da UFES, tendo em vista a necessidade de modificar o panorama agrícola do estado do Espírito Santo e, sobretudo disponibilizar aos produtores rurais e profissionais ligados à agricultura um pacote tecnológico que vise à utilização de técnicas de manejo de pragas de forma eficiente e em consonância com os princípios atuais de sustentabilidade, fundou o Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas

(NUDEMAFI). Este núcleo preconiza a utilização de métodos alternativos no controle de pragas, baseando-se no planejamento da lavoura antes de sua implantação e na avaliação do impacto das medidas fitossanitárias no agroecossistema.

### **1.2.3 Seletividade de agrotóxicos a inimigos naturais**

A fitossanidade é um dos alicerces para a produtividade e competitividade agrícola (MOLINA, 2005). Assim, o Manejo Fitossanitário de pragas (MFP) tem como meta básica a redução do uso de agrotóxicos, possibilitando a preservação das populações de inimigos naturais bem como a redução do risco de contaminações que sejam humanas, ou do agroecossistema (PRATISSOLI et al., 2007). Os cultivos do tomate sem a aplicação de agrotóxicos possuem uma rica fauna de insetos predadores e parasitoides (GRAVENA, 1991), sendo a preservação destas espécies fundamental para o MFP, pelo alto potencial de controle, sem elevar o custo da produção. O uso de agentes de controle biológico representa uma ferramenta de suma importância para o desenvolvimento de um Programa de Manejo Fitossanitário de pragas (PRATISSOLI et al., 2007).

O controle biológico para essas espécies pode ser realizado com o uso de micro himenópteros do gênero *Trichogramma*. Para a traça-do-tomateiro, o uso de *T. pretiosum* apresenta-se como uma estratégia viável pelo fato de ocorrerem naturalmente parasitando essa espécie-praga na região serrana do Estado do Espírito Santo (PRATISSOLI et al., 2003). Segundo Alvarenga et al. (2004), o uso de *T. pretiosum* em programas de controle biológico da traça-do-tomateiro proporcionou um controle de acima de 80%. Oatman e Plantner (1969), estudando a cultura do repolho na Califórnia, EUA, verificaram um parasitismo natural de ovos de *Trichoplusia ni* por micro himenópteros do gênero *Trichogramma* em torno de 35%.

Outra estratégia viável no manejo de pragas na cultura do tomateiro é a utilização de produtos seletivos aos inimigos naturais (GRAVENA, 1991), que, associados a liberações de espécies do gênero *Trichogramma*, permite a otimização do controle de lepidópteros-praga na cultura do tomateiro (CAMPBELL et al., 1991; LEBEDENCO et al., 2007). Essa associação pode reduzir o número de aplicações de pesticidas, proporcionando maior economia e menor impacto ao meio ambiente.

Para bons resultados em programas de MIP é importante que os produtos fitossanitários eficientes contra as espécies-praga sejam seletivos aos insetos não alvos (DE GRANDE; GOMEZ, 1990; FALEIRO et al., 1995, REIS et al., 1998). Quando se pensa em produção integrada, é essencial que os produtos fitossanitários sejam altamente eficientes contra as espécies-praga e que sejam altamente seletivos aos inimigos naturais, ou seja, não afetem as espécies benéficas, como predadores, parasitoides e patógenos (DE GRANDE; GOMEZ 1990; FALEIRO et al. 1995, REIS et al. 1998), minimizando os danos à cultura, de forma econômica e harmoniosa com o ambiente.

Estudos relatados por Siqueira et al. (2000) mostraram que aplicações constantes de inseticidas para o controle de pragas na cultura do tomateiro causam diversos problemas, tais como: seleção de populações de pragas resistentes aos produtos utilizados; alteração do comportamento de inimigos naturais; surgimento de pragas antes tidas como secundárias passando a primárias; prejuízos de ordem econômica e social, entre outros.

São necessários testes padronizados de seletividade, com base nas normas da IOBC (*International Organization of Biological Control*), para ter sucesso nas liberações a campo. Esses estudos comparam a relativa toxicidade de agroquímicos, incluindo inseticidas, fungicidas e herbicidas com vistas à indicação dos produtos mais seletivos em casos de liberação dos parasitoides (HASSAN et al., 1994b; DEGRANDE et al., 2002). Estudos sobre seletividade de produtos químicos a espécies de *Trichogramma* têm sido realizados com diferentes técnicas, como o contato direto com superfícies contaminadas com produto, imersão em calda tóxica, análise residual ou de persistência e pulverização direta (CASTELO BRANCO; FRANÇA 1995, TAKADA et al. 2001, VIEIRA et al. 2001). Os produtos mais adequados para serem utilizados no manejo de pragas são aqueles que combinam um bom controle da praga com o menor impacto sobre a atividade dos inimigos naturais, sendo essa integração de produtos químicos com o controle biológico, na maioria dos casos, crucial para o sucesso da agricultura e possível através do uso de agroquímicos seletivos (SANTOS et al., 2006).

### 1.3 REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2012: Anuário da Agricultura Brasileira: **Tomate**. São Paulo: FNP, Consultoria e Agroinformativos, 2012. P. 257.
- ALMEIDA, G. D. et al. Effect of azadirachtin on the control of *Anticarsia gemmatilis* and its impact on *Trichogramma pretiosum*. **Phytoparasitica**, v. 38, p. 413-419, 2010.
- BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea*. III. Determinação das exigências térmicas de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p.215-219, fev. 1990.
- BOARETTO, M. A. C.; BRANDÃO, A. L. S., Manejo integrado de pragas, Vitória da Conquista, BA, 2000. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia Disponível em: <<http://www.uesb.br/entomologia/manejo.html>>. Acesso: 26 Nov. 2012.
- BOREL, R. M. A.; ABAURRE, M. E. O.; CARMO, C. A. S. do Características socioeconômicas do cultivo do tomateiro no Estado do Espírito Santo. In: TOMATE. Vitória, ES: Incaper, p. 69-84, 2010.
- BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P.; CHAGAS NETO, J.F.; OLIVEIRA, C.P.B. Associação do parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepdoptera: Crambidae) em cana-de- açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.491-496, 1999.
- CAMPBELL, R.J.; CAMPBELL, C.W. The "Parvin" mango. Proceedings Florida State. **Horticultural Society**, v.104, p.47-48, 1991.
- CARMO, E.L. do; 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 (Hym.: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.2, p.283-290, 2010.
- CARVALHO R.; PERES F. Neoliberalismo, el Uso de Pesticidas y la Crisis de Soberanía Alimentaria en el Brasil. In: Breilh J, organizador. **Informe Alternativo Sobre La Salud en America Latina**. Quito: CEAS; p. 223-224, 2005.
- CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F. et al. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.187-193, 2003.
- CARVALHO, G.A.; PARRA, J.R.P.; BAPTISTA, G.C. Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hym.: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, p.583-591, 2001.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F.H. Impacto de inseticidas e bioinseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.2, p.199-201, 1995.

CORSO, I.; OLIVEIRA, L.J.; FRIEDRICH, R. Efeito de inseticidas pulverizados no sulco de semeadura e misturados às sementes de soja sobre percevejo castanho da raiz em Cândido Mota, SP. In: WORKSHOP SOBRE PERCEVEJO CASTANHO DA RAIZ, 1., 1999, Londrina. **Ata e resumos**. Londrina: Embrapa Soja, p.56-58, 1999.

DEGRANDE, P. E.; P. R. REIS; G. A. CARVALHO; L. C. BELARMINO. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. p. 75-81 In J. R. P. Parra, P. S. M. Botelho, B. S. Corrêa-Ferreira ; J. M. S. Bento. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. Manole, São Paulo. 635 p. 2002.

DEGRANDE, P.E.; GÓMEZ, D.R.S. Seletividade de produtos químicos no controle de pragas. **Agropecuária São Paulo**, São Paulo, v. 7, p. 8-13, 1990.

DELPUECH, J.M., C. Dupont, R. Allemand Decrease in fecundity induced by interspecific mating between two *Trichogramma* parasitoid species. **J. Econ. Entomol.**, 103, pp. 308–313, 2010.

FALEIRO, F.G., PIKANÇO, M.C.; PAULA, S.U.; BATALHA, V.C. Seletividade de inseticidas a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) e ao predador *Dorus luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, n.2, p.247-252, 1995.

FAO: FAOSTAT. Database Results, Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 19 de dez. 2012.

GALLO, D., O. NAKANO, S.S. NETO, R.P.L. CARVALHO, G.C. BATISTA, E.B. FILHO, J.R.P. PARRA, R.A. ZUCCHI, S.B. ALVES, J.D. VENDRAMIM, L.C. MARCHINI, J.R.S. LOPES & C. OMOTO. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 920p, 2002.

GIOLO, F.P.; GRÜTZMACHER, A.D.; MANZONI, C.G. *et al.* Toxicidade de pesticidas utilizados na cultura do pessegueiro a estágios imaturos de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae). **BioAssay**, v.1, n.4, p.1-7, 2008. Disponível em: <<http://www.bioassay.org.br/articles/1.4/BA1.4.pdf>>. Acesso: 26 Nov. 2012.

GOULART R.M.; BORTOLI S.A. DE; THULER R.T.; PRATISSOLI D., VIANNA C.L.T.P.; VOLPE X.L.; Avaliação da seletividade de inseticidas a *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, 75:69-77, 2008.

GRAVENA S. Encontro nacional de produção e abastecimento de tomate, 2. ed. Jaboticabal: FUNEP. p. 105-157. 1991.

GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n. 4, p.281-299, 1992.

GRAVENA S; BENVENGA SR. 2003. **Manual prático para manejo de pragas do tomate**. Jaboticabal: Gravena Ltda. 144 p.

HASSAN, S.A., F. BIGLER, H. BOGENSCHUTZ, E. BOLLER, J. BRUN, J.N.M. CALIS, J. COREMANS-PELSENEER, C. DUSO, A. GROVE, U. HEIMBACH, N. HELYER, H. HOKKANEN, G.B. LEWIS, F. MANSOUR, L. MORETH, L. POLGAR, L. SAMSØE-PETERSEN, B. SAUPHANOR, A. STAUBLI, G. STERK, A. VAINIO, M. VAN DE VEIRE, G. VIGGIANI & H. VOGT. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS – Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Entomophaga** 39: 107-119. 1994.

HASSAN, S.A., N. HALSALL, A.P. GRAY, C. KUEHNER, M. MOLL, F.M. BAKKER, J. ROEMBKE, A. YOUSEF, F. NASR & H. ABDELGADER. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). p.107-119. In M.P. Candolfi, S. Blümel, R. Forster, F.M. Bakker, C. Grimm, S.A. Hassan, U. Heimbach, M.A. Mead-Briggs, B. Reber, R. Schmuck & H. Vogt. uidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods. **IOBC/WPRS**. 2000.

HASSAN, S.A.; H. ABDELGADER. A sequential testing program to assess the effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **IOBC/WPRS Bulletin** 24: 71-81. 2001.

INCAPER, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, **Tomate**, 430p. 2010.

INOUE, M.S.R.; PARRA, J.R.P. Efeito da temperatura no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 sobre ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.2, p.222-226, 1998.

ISLA Sementes Ltda. Busca pelo produto Tomate Híbrido Duplo Itapuã 800 SAIS Longa Vida. Disponível em: <<http://www.isla.com.br/cgi-bin/detalhe.cgi?id=268>>. Acesso: 26 Jan. 2013.

KROSS, R.K.; CAVALCANTI MARTA, M.E.R.M.; BRAGA, E.M. Influência da epiderme do tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) na transferência de massa durante o tratamento osmótico. Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos (SLACA), 4. Campinas, **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2001.

LEBEDENCO, A., A.M. AUAD & S.N. KRONKA. Métodos de controle de lepidópteros na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Acta Sci. Agron.** 29: 339-344. 2007.

LUZ, J.M.Q., SHINZATO A.V.; SILVA M.A.D., Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. Biosci. J. 23:7 – 15, 2007.  
MEDINA, P.; SMAGGHE, G.; BUDIA, F. *et al.* Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neurop.: Chrysopidae). **Environmental Entomology**, v.32, p.196-203, 2003.

MELO, P.C.T. Desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do tomate para consumo in natura no Brasil e os desafios do melhoramento genético. *Horticultura Brasileira*, v21, n.2, Julho, 2003.

MOLINA, R. M. S.; V. FRONZA & J. R. P. PARRA. Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopha aurantiana* com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira de Entomologia** 49: 151-158. 2005.

NAVA, D.E.; NACHTIGAL, G.F. Controle biológico no Sul do Brasil. In: G.BIO – **Revista de Controle Biológico**, Piracicaba: Facile, p.15-18. 2010.

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 (Hym.: Trichogrammatidae) em condições e laboratório. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.15, n.1 - 4, p.49 - 56, 2009.

OATMAN, E.R.; G.R. PLATNER. An ecological study of insect populations on cabbage in southern California. **Hilgardia** 40:1-40. 1969.

PARRA, J. R. P. O controle biológico aplicado e o manejo integrado de pragas. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 1., Campinas, 1993. Campinas: **Fundação Cargill**, p.116-139. 1993.

PRATISSOLI Dirceu, FORNAZIER M.J., HOLTZ A.M., GONÇALVES JR., CHIORAMITAL A.B. & ZAGO H.B.; Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, 21:73-76. 2003.

PRATISSOLI, Dirceu, F.F. PEREIRA, R. BARROS, J.R.P. PARRA & C.L.T. PEREIRA. Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos da traça-das-crucíferas sob diferentes temperaturas. **Hortic. Bras.** 22: 754-757. 2004.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* (Riley), criados em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1281-1288, 2000.

PROTAS, J. F. da S.; KREUZ, C. L.; FREIRE, J. de M. Menos insumos, mais qualidade. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 3, n. 17, p. 20-24, jan. 2003.

REIS, P.R., L.G. CHIAVEGATO, G.J. MORAES, E.B. ALVES & E.O. SOUSA. Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). An. **Soc. Entomol. Brasil** 27:265-274. 1998.

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

SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P. Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hym.; Pyralidae) on *Ephestia kuehniella* (Zeller) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) eggs. **Journal of Applied Entomology**, v.118, p.38-43, 1994.

SANTOS, A. C.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. Seletividade de defensivos agrícolas aos inimigos naturais. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M. MALERBO-SOUZA, D. T. (Eds.). **Controle Biológico de pragas: na prática**, Pinto: Piracicaba. Cap.18, p 221-227, 2006

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO, AQUICULTURA E PESCA DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, **A tomaticultura capixaba em destaque**. <<http://www.seag.es.gov.br/?p=13978>> Acessado em: 23 de nov. 2012.

SIQUEIRA, H.A.A.; GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agricultural and Forest Entomology**, v.2, n.2, 147-153, 2000.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, v.24, p.79-92, 2003.

TAKADA, Y.; KAWAMURA, S.; TANAKA, T. Effects of various insecticides on the development of the egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.94, n.6, p.1340 - 1343, 2001.

TAMISO, L.G.; Dissertação de mestrado: Desempenho de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob sistemas orgânicos em cultivo protegido. Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, p. 12 – 14, 2005.

VALE, F.X.R.; JESUS JÚNIOR, W.C.; LIBERATO, J.R.; SOUZA, C.A. Quantificação de doenças e do crescimento do hospedeiro. In: VALE, F.X.R.; JESUS JÚNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L (Ed.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. v.1, cap.3, p.91-126.

VIEIRA, A.; OLIVEIRA, L.; GARCIA, P. Effects of conventional pesticides on the preimaginal developmental stages and on adults *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biocontrol Science and Technology**, v.11, n.4, p.527-534, 2001.

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.

## 2 CAPÍTULO II

### **AÇÃO DE INSETICIDAS EMPREGADOS NA CULTURA DO TOMATEIRO SOBRE *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).**

#### **RESUMO**

O controle biológico e o emprego de inseticidas necessitam ser compatibilizados a fim de preservar a comunidade de insetos benéficos no sistema de produção. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a alteração das características biológicas de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), submetidas ao parasitismo de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidóptera: Pyralidae) tratados com inseticidas, recomendados para a cultura do tomateiro para os testes de seletividade. O experimento foi conduzido no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), em câmaras climatizadas ajustadas a temperatura de  $25\pm 1$  °C, umidade relativa do ar de  $70\pm 10\%$ , e fotofase de 14 horas. Foi utilizado 1 fêmea recém emergida de *T. pretiosum* em cada tubo de Eppendorf contendo uma cartela com 20 ovos inviabilizados do hospedeiro *A. kuehniella*, que foram previamente emergidos em calda inseticida. Foram conduzidos 15 repetições para cada tratamento. Os ovos foram submetidos ao parasitismo por 24 horas e, após a emergência dos descendentes, foram verificadas as características biológicas de parasitismo e emergência dos indivíduos. Concluiu-se que inseticidas com princípio ativo PIRIPROXIFEM, TEFLUBENZURON, ACETAMIPRID 1, LAMBDA-CIALOTRINA e CHLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA são considerados os mais seletivos para o parasitoide *T. pretiosum*.

**Palavras-Chave:** Controle biológico. Produtos fitossanitários. Seletividade.

**PESTICIDE ACTION OF EMPLOYEES IN THE CULTURE OF TOMATO  
ON *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera:  
Trichogrammatidae).**

**ABSTRACT**

Biological control and the use of insecticides need to be reconciled in order to preserve the community of beneficial insects in the production system. Therefore, the objective of this study was to evaluate the change of the biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), subject to parasitism *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) treated with insecticides recommended for tomato crop selectivity for tests. The experiment was conducted at the “Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário” (NUDEMAFI) in growth chambers set at  $25 \pm 1$  ° C, relative humidity of  $70 \pm 10\%$  and photoperiod of 14 hours. It was used a newly emerged female of *T. pretiosum* in each Eppendorf tube containing a card with 20 eggs poisoned host *A. kuehniella*, which were previously emerged in syrup insecticide 15 replicates were conducted for each treatment. The eggs were subjected to parasitism for 24 hours and after the emergence of offspring were observed biological characteristics of parasitism and emergence of individuals. It was concluded that insecticides with the active ingredient PYRIPROXYFEN, TEFLUBENZURON, ACETAMIPRID 1, LAMBDA-CYHALOTHRIN is CHLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CYHALOTHRIN are considered more selective for the parasitoid *T. pretiosum*.

**Key Words:** Biological control. Phytosanitary products. Selectivity.

## 2.1 INTRODUÇÃO

A importância social do tomate está no fato de que a atividade é altamente intensiva de mão-de-obra, tendo em vista que a cada hectare ocupado, em média, existem cinco trabalhadores rurais (SEAG-ES, 2012). O nível tecnológico da cultura é considerado muito alto, uma vez que se exige altos investimentos com insumos e pelo alto risco, e em virtude da alta infestação de pragas e incidência de doenças, tanto nas lavouras destinadas ao consumo *in natura*, como para a indústria (SOUZA; REIS, 2003; LUZ et al., 2007).

O manejo de pragas pode ser definido como a utilização conjunta de técnicas visando o controle das desordens fitossanitárias, analisando a relação custo/benefício em consonância com os interesses e/ou impacto nos produtores, sociedade e ambiente (GALLO et al., 2002; PICANÇO et al.; 2004, VALE et al., 2004). Assim sendo, de maneira geral, tanto para a agricultura quanto para a tomaticultura deve-se buscar a utilização de métodos que visem a racionalidade e eficiência de forma a estimular os processos biológicos e recuperar o potencial da biodiversidade ambiental (PROTAS, 2003).

São de grande importância o estudo e o aperfeiçoamento de metodologias de manejo de pragas que visem à integração de técnicas, compatibilizando o uso de químicos, uma vez que esse é o método mais utilizado na tomaticultura convencional, embora eficientes na maioria das vezes, os agrotóxicos podem afetar negativamente a comunidade de inimigos naturais (CARMO et al., 2010).

O controle biológico tem se mostrado como uma das opções para a associação com outros métodos, especialmente com os parasitoides de ovos como os do gênero *Trichogramma* (PRATISSOLI et al., 2004), que possui 210 espécies conhecidas no mundo, distribuído em todos os ambientes agricultáveis do planeta (PINTO, 2006). Esses parasitoides são capazes de parasitar mais de 200 espécies de insetos causadores de danos econômicos, principalmente da ordem Lepidoptera (PRATISSOLI et al., 2004), nas quais causam a morte dos embriões em desenvolvimento (JARJEES; MERRITT, 2004).

Para que os controles biológicos e químicos possam ser compatibilizados, este trabalho teve por objetivo avaliar as características biológicas de *Trichogramma*

*pretiosum*, quando submetidos ao parasitismo em ovos tratados com inseticidas, bem como classificar os inseticidas, quanto ao seu impacto sobre os inimigos naturais, de acordo com as recomendações da IOBC/WPRS.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de seletividade e susceptibilidade foram desenvolvidos no setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre – ES. Todos os experimentos foram executados em câmara climatizada, regulada com as seguintes características: temperatura a  $25 \pm 1$  °C, umidade relativa (UR)  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

### 2.2.1 Criação de e manutenção de *Trichogramma pretiosum*

Na manutenção e multiplicação do parasitoide *T. pretiosum*, empregou-se o hospedeiro alternativo *A. kuehniella*, de acordo com a metodologia desenvolvida por Pratissoli et al. (2010a). Para a manutenção do hospedeiro, utilizou-se uma dieta à base de farinha de trigo integral (70% m/m), farinha de milho (27% m/m) e levedura de cerveja (3% m/m).

Para criação do parasitoide, ovos do hospedeiro foram aderidos às cartelas de cartolina azul (8 x 2 cm), utilizando-se goma arábica diluída à 50% (m/v). Esses ovos foram, posteriormente, submetidos à inviabilização sob lâmpada germicida por um tempo de 50 minutos, conforme descrito por Pratissoli et al. (2010a), sendo posteriormente expostos ao parasitismo por um período de 24 horas e mantidos em câmara climatizada a  $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

### 2.2.2 Bioensaio de seletividade

A escolha dos produtos levou em consideração o volume comercializado em revendas especializadas da região produtora de tomate no Espírito Santo, pela disponibilidade

comercial dos produtos e registros junto ao Instituto de Defesa Agropecuário e Florestal do Espírito Santo (IDAF). Foram testados 30 inseticidas comerciais (Tabela 1).

**Tabela 1** - Produtos avaliados na ação de inseticidas empregados na cultura do tomateiro sobre *Trichogramma pretiosum*

Nome técnico	[ ] i.a.*	Dose recomendada de aplicação	Dose aplicada em 200 ml
ABAMECTINA	18 g/L	até 100 mL/100 L de água	0,2 mL
ACEPHATE	750 g/kg	até 100 g/100 L de água	0,2 g
ACETAMIPRID 2	200 g/kg	250 a 400 g/há	2,67 g
ACETAMIPRID 1	200 g/kg	250 a 400 g/há	0,08 g
ALPHA-CYPERMETHRIN	100 g/L	até 10 mL/100 L de água	0,02 mL
BETA-CYFLUTHRIN	50 g/L	até 25 mL/100 L de água	0,05 mL
BETA-CYFLUTHRIN + IMIDACLOPRIDO	12,5 + 100 g/L	750 a 1000 mL/ha	0,2 mL
BUPROFEZIN	250 g/kg	100 a 200 g/100 L de água	0,4 g
CARBOFURAN	350 g/L	até 5 L/100 L de água	10 mL
CARBOSULFANO	400 g/L	até 50 mL/100 L	0,1 mL
CHLORANTRANILIPROLE	200 g/L	até 200 mL/ha	0,02 mL
CHLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA	100 + 50 g/L	20 a 30 mL/100 L de água	0,06 mL
CHLORFENAPYR	240 g/L	25 a 50 mL/100 L de água	0,1 mL
CIPERMETRINA + PROFENOFÓS	40 + 400 g/L	até 125 mL/100 L de água	0,25 mL
CIROMAZINA	750 g/kg	até 15 g/100 L de água	0,03 g
CLORIDRATO DE CARTAPE	500 g/kg	até 250 g/100 L de água	0,5 g
CLORPIRIFÓS	480 g/L	até 1,5 L/ha	0,3 mL
DELTAMETRINA	25 g/L	até 50 mL/100 L de água	0,1 mL
ESPIROMESIFENO	240 g/L	500 a 600 mL/ha	0,12 mL
ETOFENPROX	300 g/L	até 60 mL/100 L de água	0,12 mL
FENPROPATHRINA	300 g/L	até 150 mL/ha	0,04 mL
INDOXACARB	300 g/kg	até 16 g/100 L de água	0,032 g
LAMBDA-CIALOTRINA	50 g/L	40 a 50 mL/100 L de água	0,1 mL
LAMBDA-CIALOTRINA + THIAMETHOXAM	106 + 141 g/L	50 a 100 mL/100 L de água	0,2 mL
METOMIL + METOMIL	215 + 215 g/L	até 100 mL/100 L de água	0,2 mL
MILBEMECTINA	50 g/L	até 40 mL/100 L de água	0,06 mL
PIRIPROXIFEM	100 g/L	75 a 100 mL/100 L de água	0,2 mL
TEFLUBENZURON	150 g/L	até 25 mL/100 L de água	0,05
THIAMETHOXAM	250 g/kg	16 a 20 g/100 L de água	0,04 g
TRIFLUMURON	480 g/L	até 30 mL/100 L de água	0,06 mL

\* Concentração do ingrediente ativo no produto comercial.

Fêmeas recém-emergidas de *T. pretiosum* (idade < 24 horas) foram individualizadas em tubos Eppendorf (2,5 ml) contendo uma gotícula de mel no seu interior, para alimentação. Cartelas de cartolina azul celeste (0,5 x 3,0 cm), contendo 20 ovos do hospedeiro *A. kuehniella* colados por meio de goma arábica (25% m/v),

foram inviabilizadas por exposição à lâmpada germicida por aproximadamente 50 minutos.

As cartelas contendo os ovos foram imersas nas caldas dos produtos por um período de cinco segundos. No tratamento testemunha, utilizou-se somente água destilada. Em seguida, as cartelas foram colocadas sobre papel toalha dentro de bandejas plásticas em câmara de exaustão, durante uma hora em temperatura ambiente para eliminação do excesso de umidade da superfície dos ovos. As cartelas contendo os ovos tratados foram oferecidas ao parasitismo do *T. pretiosum* durante 24 horas. Após esse período, as fêmeas foram eliminadas e as cartelas mantidas nos mesmos tubos para observação até a emergência dos parasitoides.

O parâmetro observado foi o percentual de parasitismo. Cada tratamento foi composto por 15 repetições que era representada por uma cartela contendo 20 ovos do hospedeiro em estudo.

### **2.2.3 Análise estatística**

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 31 tratamentos (30 inseticidas + testemunha) contendo 15 repetições cada. Os dados de parasitismo obtidos nos bioensaios foram submetidos à fórmula de redução do parasitismo e, posteriormente, à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.1 (FERREIRA, 2003).

A redução no parasitismo do parasitoide para cada tratamento foi determinada através da comparação com a testemunha e calculada por meio da fórmula:  $RP = (1 - Rt/Rc) \times 100$ , sendo RP a porcentagem de redução no parasitismo; Rt o valor do parasitismo médio para cada produto; e Rc o parasitismo médio observado para o tratamento testemunha (HASSAN et al., 2000). Com base nessas porcentagens de redução, os produtos testados foram enquadrados em classes, de acordo com as recomendações da IOBC/WPRS (1988 e 1992), em que: 1 = inócuo (< 30 %), 2 = pouco prejudicial (30 – 79 %), 3 = moderadamente prejudicial (80 – 99 %) e 4 = prejudicial (> 99 %).

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O parasitismo de *T. pretiosum* foi afetado pelos avaliados ( $F=23,46$ ;  $glr=237$ ; e  $p<0,001$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Percentual de parasitismo, redução no parasitismo (RP) de *T. pretiosum* em relação à testemunha e classes IOBC/WPRS dos inseticidas recomendados para a Cultura do Tomateiro

Tratamento	Parasitismo (%) *	RP (%) <sup>1</sup>	Classe IOBC <sup>2</sup>
ACEPHATE	82,14 a	(29,93) **	1
CHLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA	81,00 a	(29,11) **	1
ALPHA-CYPERMETHRIN	80,00 a	(27,52) **	1
CIROMAZINA	75,66 a	(20,61) **	1
TRIFLUMURON	75,50 a	(20,35) **	1
CHLORFENAPYR	74,66 a	(19,02) **	1
CHLORANTRANILIPROLE	74,64 a	(18,98) **	1
LAMBDA-CIALOTRINA	70,90 a	(13,03) **	1
ACETAMIPRID 1	67,22 a	(07,15) **	1
TEFLUBENZURON	63,07 b	(00,54) **	1
PIRIPROXIFEM	61,87 b	01,36	1
BUPROFEZIN	57,30 b	08,64	1
INDOXACARB	52,50 b	16,31	1
METOMIL	50,55 b	19,41	1
ABAMECTINA	45,00 b	28,26	1
ACETAMIPRID 2	33,33 c	46,86	2
BETA-CYFLUTHRIN	25,66 c	59,08	2
ESPIROMESIFENO	22,14 c	64,70	2
BETA-CYFLUTHRIN + IMIDACLOPRIDO	13,18 d	78,98	2
ETOFENPROX	11,66 d	81,40	3
FENPROPATHRINA	7,50 d	88,04	3
CIPERMETRINA + PROFENOFÓS	7,00 d	88,84	3
CARBOFURAN	---- e	100,00	4
CARBOSULFANO	---- e	100,00	4
CLORIDRATO DE CARTAPE	---- e	100,00	4
CLORPIRIFÓS	---- e	100,00	4
DELTAMETRINA	---- e	100,00	4
LAMBDA-CIALOTRINA + THIAMETHOXAM	---- e	100,00	4
MILBEMECTINA	---- e	100,00	4
TESTEMUNHA	50,72 b	---	---
CV (%)	28,47		
F	23,46		
GLR	237		
P	<0,001		

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade;

\*\* Valores de Redução do Parasitismo (RP) entre parênteses caracteriza acréscimo no parasitismo em relação à testemunha;

<sup>1</sup> RP = Redução no parasitismo comparado com a testemunha.

<sup>2</sup> Classes da IOBC/WPRS para teste de seletividade sobre *Trichogramma*: 1 = inócuo (< 30%), 2 = levemente nocivo (30-79%), 3 = moderadamente nocivo (80-99%) e 4 = nocivo (> 99%).

A ação dos inseticidas pode ser influenciada pela molécula, concentração ou dose aplicada ou ainda pelos organismos biológicos (parasitoide e hospedeiro). Foi observado a não aceitação do parasitoide ao hospedeiro quando estes foram imersos em algumas caldas de inseticidas, motivo este que pode estar ligado ao contato com as antenas ou mesmo com o próprio ovipositor e caminhar durante a avaliação que provocou a rejeição do hospedeiro em potencial impedindo a oviposição ou inibição, subsequentemente, o desenvolvimento do parasitoide (MOREIRA et al. 2009). A partir dos dados de parasitismo analisados foram observadas diferenças estatísticas entre os princípios ativos dos inseticidas, o que possibilitou subdividi-los em cinco grupos distintos e quatro classes de impacto sobre os inimigos naturais, de acordo com as recomendações da IOBC/WPRS.

Os resultados observados na Tabela 2 mostram que os inseticidas à base de ACEPHATE, CHLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA, ALPHA-CYPERMETHRIN, CIROMAZINA, TRIFLUMURON, CHLORFENAPYR, CHLORANTRANILIPROLE, THIAMETHOXAM, LAMBDA-CIALOTRINA, ACETAMIPRID 1 e TEFLUBENZURON promovem acréscimo no parasitismo médio quando comparados com a testemunha caracterizando o fenômeno conhecido como hormese que é definida como estímulo ao desempenho de um organismo por pequenas exposições a agentes prejudiciais ou tóxicos em níveis altos (MAGALHÃES et al., 2002; ZANÚNCIO et al., 2003; CALABRESE et al., 2008). Esse fenômeno estimulador de supercompensação foi sugerido por Townsend e, subsequentemente, por outros autores (FORBES 2000; CALABRESE 2008).

Os melhores resultados entre os produtos testados são representados pelos inseticidas ACEPHATE, CHLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA, ALPHA-CYPERMETHRIN, CIROMAZINA, TRIFLUMURON, CHLORFENAPYR, CHLORANTRANILIPROLE, THIAMETHOXAM, LAMBDA-CIALOTRINA e ACETAMIPRID 1 que não diferem estatisticamente entre si pelo teste de agrupamento de médias, apresentam variação no parasitismo entre 82,14 a 67,22%, obtendo acréscimo na redução do parasitismo quando comparados com a testemunha e foram classificados como inócuos pela classificação da IOBC/WPRS (Tabela 2).

Os princípios ativos TEFLUBENZURON, PIRIPROXIFEM, BUPROFEZIN, INDOXACARB, METOMIL e ABAMECTINA foram agrupados como inseticidas

intermediários por terem apresentado valores de parasitismo entre 63,07 a 45,00% promovendo a redução do parasitismo entre 0,54 a 28,26%, se enquadrando na classificação IOBC/WPRS como inócuos (classe 1).

Para os inseticidas com princípio ativo ACETAMIPRID 2, BETA-CYFLUTHRIN e ESPIROMESIFENO, o parasitismo observado não difere estatisticamente, onde foram observados parasitismo variando de 33,33 a 22,14%, quanto à redução do parasitismo os valores obtidos estão entre 46,86 a 64,7% e classificados como levemente nocivos ao parasitoide *T. pretiosum* pela tabela da IOBC/WPRS como classe 2.

Já para os inseticidas com os princípios ativos BETA-CYFLUTHRIN + IMIDACLOPRIDO, ETOFENPROX, FENPROPATHRINA e CIPERMETRINA + PROFENOFÓS não se observa diferenças no parasitismo que varia entre 13,18 a 7,00% e promoveram redução do parasitismo entre 78,98 a 88,84%, sendo estes classificados, segundo o IOBC/WPRS, como moderadamente nocivos, exceto para o inseticida com princípio ativo BETA-CYFLUTHRIN + IMIDACLOPRIDO classificado como levemente nocivo.

Inseticidas com os princípios ativos CARBOFURAN, CARBOSULFANO, CLORIDRATO DE CARTAPE, CLORPIRIFÓS, DELTAMETRINA, LAMBDA-CIALOTRINA + THIAMETHOXAM e MILBEMECTINA não foi observado parasitismo pelo parasitoide *T. pretiosum*, fato este que implica na não observação do parasitismo sobre os ovos do hospedeiro, motivo que pode estar relacionado à influência da molécula, concentração ou dose aplicada dos fungicidas ou ainda pelos organismos biológicos envolvidos nos bioensaios (parasitoide e hospedeiro). Para efeito da classificação IOBC/WPRS, os mesmos foram enquadrados como nocivos (classe 4) ao parasitoide de ovos *T. pretiosum*.

O inseticida à base de TRIFLUMURON apresenta resultados favoráveis ao parasitismo que corroboram com os encontrados por CARVALHO et al. (2003) em estudos de seletividade com *T. pretiosum* na cultura do tomateiro. Os resultados encontrados para ABAMECTINA foram similares aos encontrados por CARVALHO et al. (2003), em estudos de seletividade de inseticidas na cultura do tomateiro com *T. pretiosum* e WANG et al. (2011), que trabalhou nos efeitos tóxicos de inseticidas em *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), onde ABAMECTINA

causou redução significativa do parasitismo e na emergência em todas as fases de imaturos de *T. pretiosum*.

A ação negativa de CIPERMETRINA + PROFENOFÓS encontrada nos bioensaios de seletividade foi discutida por Maich et al. (2011), onde estudos de seletividade em inseticidas organofosforados na cultura da soja sobre o parasitoide *T. pretiosum*, mostraram que este princípio ativo não é seletivo ao parasitoide, pois não ocorreram ovos parasitados, portanto concluíram que o princípio ativo em questão é nocivo a esta espécie de *Trichogramma*.

Os organofosfatos (CLORPIRIFÓS, ACEPHATE e CIPERMETRINA + PROFENOFÓS) utilizados nos bioensaios de seletividade encontrados na Tabela 2, foram classificados como moderados e altamente nocivos para *T. pretiosum*, resultados estes similares aos encontrados por WANG et al (2012a) e ZHAO et al. (2012) que conduziram estudos de efeitos de toxicidade em laboratório a inseticidas sobre ovos de *A. kuehniella* parasitados com *T. pretiosum*.

Os inseticidas com princípio ACETAMIPRID 1 e CHLORFENAPYR obtiveram valores semelhantes quanto ao parasitismo médio observado 74,66 e 67,22% respectivamente, onde os mesmos promovem acréscimo na redução do parasitismo com valores de (19,02%) e (7,15%) sendo classificados como inócuos pela IOBC/WPRS, dados estes que corroboram com os dados obtidos por Moura et al. (2005) que relataram sobre a toxicidade dos inseticidas utilizados na cultura do tomateiro à base de ACETAMIPRID 1, CHLORFENAPYR e TIAMETOXAM sobre *T. pretiosum* onde concluíram que ACETAMIPRID e TIAMETOXAM são inofensivos a adultos do parasitoide.

## 2.4 CONCLUSÃO

O parasitismo do parasitoide *T. pretiosum* é afetado pelos inseticidas utilizados na cultura do tomateiro, onde os inseticidas com princípio ativo ACEPHATE, CHLORANTRANILIPROLE + LAMBDA-CIALOTRINA, ALPHA-CYPERMETHRIN, CIROMAZINA, TRIFLUMURON, CHLORFENAPYR, CHLORANTRANILIPROLE, THIAMETHOXAM, LAMBDA-CIALOTRINA, ACETAMIPRID 1 e TEFLUBENZURON

promovem acréscimo no parasitismo médio quando comparados com a testemunha, sendo este grupo considerado o mais seletivo por compatibilizar o controle biológico e químico.

## 2.5 REFERÊNCIAS

- CALABRESE E.J., Converging concepts: Adaptive response, preconditioning, and the Yerkes–Dodson Law are manifestations of hormesis. **Ageing Research Reviews**, 7, 8-20, 2008.
- CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, G. C. Bioatividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* MILL.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas gerações F1 e F2. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 261-270, 2003.
- DELPUECH JM, BARDON C.; BOULÉTREAU M., Increase of the behavioral response to kairomones by the parasitoid wasp *Leptopilina heterotoma* surviving insecticides. *Archives Environmental Contamination Toxicology*, 49:186-191, 2005.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR**: versão 5.1. Lavras: UFLA, 2003.
- FORBES, V.E., Is hormesis an evolutionary expectation? **Functional Ecology**, 14, 12-24, 2000.
- GIOLO, F. P.; GRÜTZMACHER, A. D.; MANZONI, C. G.; LIMA, C. A. B. NÖRNBERG, S. D. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do pessegueiro sobre adultos de *Trichogramma pretiosum*. **Bragantia**, v. 66, p.423-431, 2007.
- GOULART, R.M.; BORTOLI, S.A.; THULER, de, R.T.; D. PRATISSOLI; VIANA, C.L.T.P.; H.X.L. VOLPE. Avaliação da seletividade de inseticidas a *trichogramma* spp. (hymenoptera: trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Arquivo: Instituto Biológico de São Paulo**. São Paulo, v.75, n.1, p.69-77, jan./mar., 2008.
- HASSAN, S.A., N. HALSALL, A.P. GRAY, C. KUEHNER, M. MOLL, F.M. BAKKER, J. ROEMBKE, A. YOUSEF, F. NASR & H. ABDELGADER. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym. Trichogrammatidae). p.107-119. In M.P. Candolfi, S. Blümel, R. Forster, F.M. Bakker, C. Grimm, S.A. Hassan, U. Heimbach, M.A. Mead-Briggs, B. Reber, R. Schmuck & H. Vogt. uidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods. **IOBC/WPRS**. 2000.
- HASSAN, S.A.; HAFES, H.; DEGRANDE, P.E.; HERAI, H. The side effects of pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma caecoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae), acute dose-response and persistence tests. **Journal of Applied Entomology**, v. 122, n. 9-10, p. 569-573, 1998.
- JARJEES, E.A.; MERRITT, D.J. The effect of parasitization by *Trichogramma australicum* on *Helicoverpa armigera* host eggs and embryos. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 85, p. 1-8, 2004.

LUZ, J. M.Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 7-15, 2007.

MAGALHÃES, L.C.; GUEDES, R.N.C.; OLIVEIRA, E.E.; TUELHER, E.S. Desenvolvimento e reprodução do predador *Podisus distinctus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) frente a doses subletais de permetrina. *Crop Protection*, 31, 445-448, 2002.

MAICH, S. L. S. da P.; MAGANO, D. A.; ZIMMER, M.; PAULUS, L. F.; GRÜTZMACHER, A. D.; seletividade de inseticidas organofosforados registrados para lagartas associadas à cultura da soja sobre o parasitoide de ovos *trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (hymenoptera: trichogrammatidae); XX Congresso de iniciação científica – 3º Mostra Científica. Universidade Federal de Pelotas, 2011.

MOURA, A. P.; CARVALHO, G. A.; OLIVEIRA, R. L. de. Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do tomateiro a *Trichogramma pretiosum*. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.3, p.203-210, mar. 2005

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

PINTO, J.D. A review of the New World genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**, Washington, v.15, p. 38-163, 2006.

PRATISSOLI, D., HOLTZ, A. M.; GONÇALVES, J. R.; VIANNA, U. R.; BELLINI, L. L., Efeito da ausência de hospedeiro e de alimento sobre aspectos biológicos de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Acta Scientiarum Biological Science**, Maringá, v. 26, p. 281-286, 2004.

PRATISSOLI, D.; DALVI, L. P.; POLANCZYK, R. A.; ANDRADE, G. S.; HOLTZ, A. M.; NICOLINE, H. O. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Anagasta kuehniella* e *Sitotroga cerealella*. **Idésia**, v. 28, n. 1, p. 39-42, 2010a.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M.J.; HOLTZ, A.M.; GONÇALVES, J.R.; CHIORAMITAL, A.B.; ZAGO, H. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 73-76, 2002.

PRATISSOLI, D.; MILANEZ, A. M.; BARBOSA, W. F.; CELESTINO, F. N.; ANDRADE, G. S.; POLANCZYK, R. A. SIDE EFFECTS OF FUNGICIDES USED IN CUCURBITACEOUS CROP ON *Trichogramma atopovirilia* OATMAN & PLATNER (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 70, n. 2, p. 323-327, 2010b.

PRATISSOLI, D.; MILANEZ, A. M.; CELESTINO, F. N.; BARBOSA, W. F.; VIANNA, U. R.; POLANCZYK, R. A.; ZINGER, F. D.; CARVALHO J. R. de. Seletividade de inseticidas, recomendados para cucurbitáceas para *Trichogramma atopovirilia*

Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 58, n.5, p. 661-664, set/out, 2011.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; FURTADO, G. O.; ZANUNCIO, J. C.; POLANCZYK, R. A.; BARBOSA, W. F.; CARVALHO, J. R. Seletividade de inseticidas a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 35, n. 3, p. 347-353, 2009.

PRATISSOLI, D; PARRA, J.R.P. Seleção de Linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o Controle das Traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidóptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2001.

QUERINO, R.B.; ZUCCHI, R.A.; PINTO, J.D. Systematics of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) with a Focus on the Genera Attacking Lepidoptera. In: CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Eds.) **Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma***. Piracicaba: Springer, p. 191-218, 2010.

RUSSELL, J. E.; STOUTHAMER, R. Sex Ratio Modulators of Egg Parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. (Eds.) **Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma***. Springer, Piracicaba, p. 167-190, 2010.

SCHOLZ B.C.G., ZALUCKI M.P., The effects of two new insecticides on the survival of adult *Trichogramma pretiosum* Riley in sweet corn. In: Austin A, Dowton M, editors. **Hymenoptera: Evolution, Biodiversity and Biological Control**. Canberra, Australia: CSIRO Pubs. p. 381-387, 2000.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, v.24, p.79-92, 2003.

TROUGAKOS, I., L. MARGARITIS. Novel morphological and Physiological Aspects of insect eggs. In M. Hilker and T. Meiners (eds.). **Chemoecology of insect eggs and egg deposition**. Blackwell Publishing Ltd., Berlin, Germany, p3-36, 2002.

VIANNA, U.R. et al. Insecticide toxicity to *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) females and effect on descendant generation. **Ecotoxicology**, v.18, n.2, p. 180-186, 2009.

VINSON, S. B., Comportamento de seleção hospedeira de parasitoide de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, 67-120. In: PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A. (eds.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, 324pp. 1997.

WAJNBERG, E. Genetics of the Behavioral Ecology of Egg Parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. (Eds.) **Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma***. Springer, Piracicaba, p. 149-166, 2010.

WANG, Y. H., L. P. CHEN, R. X. RUI, X. P. ZHAO, C. X. WU, T. CANG; Q. WANG. Insecticide toxic effects on *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Pest Manage. Sci.**, 68: 1564-1571, 2012a.

ZANUNCIO, T.V., SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C. Permethrin-induced hormesis on the predator *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). **Crop Protection**. v. 22, p. 941-947, 2003.

ZANUNCIO, T.V., SERRÃO, J.E., ZANUNCIO, J.C.; GUEDES, R.N.C., Permethrin-induced horme Permethrin-induced hormesis on the predator *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). **Crop Protection**, 22, 941-947, 2003.

ZHAO, X. P., C. X. WU, Y. H. WANG, T. CANG, L. P. CHEN, R. X. RUI; Q. WANG. Assessment of toxicity risk of insecticides used in rice ecosystem on *Trichogramma japonicum*, an egg parasitoid of rice Lepidopterans. **J. Econ. Entomol.** 105: 92-101, 2012.

### 3 CAPÍTULO III

## **AÇÃO DE FUNGICIDAS EMPREGADOS NA CULTURA DO TOMATEIRO SOBRE *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).**

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar as possíveis alterações das características biológicas de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), submetidas ao parasitismo de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) tratados com fungicidas registrados para a cultura do tomateiro em testes de seletividade, utilizando a metodologia preconizada pela IOBC/WPRS para estudos de seletividade. Foram avaliados 29 fungicidas nos experimentos que foram realizados no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI). Cartelas contendo 20 ovos do hospedeiro foram imersas em calda de fungicidas e submetidas ao parasitismo por 24 horas. Decorrido o período de incubação do parasitoide, e após a emergência dos mesmos, foram verificados os efeitos dos fungicidas sob as características biológicas do parasitismo. Concluiu-se que os fungicidas Supera® (HIDRÓXIDO DE COBRE 537,4g/L), Nativo® (TEBUCONAZOLE 200g/L + TRIFLOXYSTROBIN 100g/L), Censor® (FENAMIDONE 500g/L), Manzate 800® (MANCOZEB 800g/Kg), Captan SC® (CAPTAN 480g/L), Amistar 500 WG® (AZOXYSTROBIN 500g/Kg), Frowncide 500 SC® (FLUAZINAM 500g/L), Fegatex® (CLORETO DE BENZALCÔNIO 100g/L), Redshield 750® (ÓXIDO CUPROSO 860g/Kg), Proplant® (CLORIDRATO DE PROPAMOCARB 722g/L), Isatalonil 500 SC® (CLOROTALONIL 750g/Kg), Recop® (OXICLORETO DE COBRE 840g/Kg), Bion 500 WG® (ACIBENZOLAR-S-METHYL 500g/Kg) e Curzate BR® (CYMOXANIL 80g/Kg + MANCOZEB 640g/Kg) apresentam os melhores resultados para seletividade do parasitoide *T. pretiosum*.

**Palavras-Chave:** Controle biológico. Produtos fitossanitários. Seletividade.

## **ACTION OF EMPLOYEES IN FUNGICIDE ON CULTURE OF TOMATO**

*Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the possible changes of biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), subject to parasitism *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) treated with fungicides registered for tomato crop selectivity in tests using the methodology recommended by the IOBC/WPRS for selectivity studies. 29 fungicides were evaluated in the experiments that were conducted at the Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI). Blister packs containing 20 host eggs were dipped in fungicide solution and subjected to parasitism for 24 hours. After the incubation period of the parasitoid, and after the emergence of these were verified the effects of fungicides on the biology of parasitism. It was concluded that fungicides Supera® (COPPER HYDROXIDE 537.4g/L), Nativo® (TEBUCONAZOLE 200g/L + TRIFLOXYSTROBIN 100g/L), Censor® (FENAMIDONE 500g/L) Manzate 800® (MANCOZEB 800g/Kg), Captan SC® (CAPTAN 480g/L), Amistar WG 500® (AZOXYSTROBIN 500g/Kg) Frowncide 500 SC® (FLUAZINAM 500g/L) Fegatex® (BENZALKONIUM CHLORIDE 100g/L) Redshield 750® (OXIDE CUPROUS 860g/Kg) PROPLANT® (HYDROCHLORIDE PROPAMOCARB 722g/L), Isatalonil 500 SC® (CHLOROTHALONIL 750g/Kg) Recop® (COPPER OXYCHLORIDE 840g/Kg), Bion® 500 WG (ACIBENZOLAR-S-METHYL 500g/Kg) and Curzate BR® (MANCOZEB + CYMOXANIL 80g/Kg 640g/Kg) show the best results selectivity for the parasitoid *T. pretiosum*.

**Key Words:** Biological control. Phytosanitary products. Selectivity.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O controle químico é o método mais utilizado no manejo da tomaticultura convencional. Embora eficientes na maioria das vezes, os agrotóxicos podem afetar negativamente a comunidade de inimigos naturais, sobretudo os parasitoides. Os controles biológicos e químicos necessitam ser compatibilizados, a fim de preservar a comunidade de insetos benéficos no sistema de produção. Nesse sentido, o grupo de trabalho da *International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants* (IOBC), *West Palaearctic Regional Section* (WPRS) estabeleceu as diretrizes para a condução de bioensaios e categorização dos agrotóxicos quanto à seletividade, contando com as etapas de laboratório (fases adulta e imatura). (HASSAN et al., 2000; HASSAN; ABDELGADER, 2001).

Baseado no princípio do melhor, a eficiência do controle de pragas às espécies de inimigos naturais tem sido empregada no manejo de insetos-praga nos sistemas agrícolas. Os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* são os que estão sendo utilizados em escala comercial (PINTO, 2006) e permitem a otimização do controle de lepidópteros-praga na cultura do tomateiro (CAMPBELL et al., 1991). Essa associação pode reduzir o número de aplicações de pesticidas, proporcionando maior economia e menor impacto ao meio ambiente (LEBEDENCO et al., 2007).

Esses parasitoides são capazes de parasitar mais de 200 espécies de insetos causadores de danos econômicos, principalmente da ordem *Lepidoptera* (PRATISSOLI et al., 2004), nas quais causam a morte dos embriões em desenvolvimento. No entanto, para a obtenção de sucesso na utilização de *Trichogramma* nas culturas, o conhecimento sobre as características biológicas das populações é fundamental (PRATISSOLI; PARRA, 2001).

A seletividade é peça fundamental ao manejo fitossanitário de pragas em sistemas que visam reduzir a população de insetos nocivos, sem alterar ou impactar os componentes do ecossistema e do ambiente (SANTOS et al., 2006). Além da influência direta sobre os ovos das pragas, as caldas contendo fungicidas podem alterar o comportamento do parasitoide, como o de rejeitar aquele possível hospedeiro, não ocorrendo assim o parasitismo desejado.

Para que os controles biológicos e químicos possam ser compatibilizados, este trabalho teve por objetivo avaliar as características biológicas de *Trichogramma pretiosum*, quando submetidos ao parasitismo em ovos tratados com fungicidas, bem como classificar os inseticidas, quanto ao seu impacto sobre os inimigos naturais, de acordo com as recomendações da IOBC/WPRS.

## **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos de seletividade foram desenvolvidos no setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), Alegre-ES. Todos os experimentos foram administrados em câmara climatizada, regulada com as seguintes características: temperatura a  $25 \pm 1$  °C, umidade relativa (UR)  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

### **3.2.1 Criação e manutenção de *Trichogramma pretiosum***

Na manutenção e multiplicação do parasitoide *T. pretiosum*, empregou-se o hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), de acordo com a metodologia desenvolvida por Pratissoli et al. (2010a). Para a manutenção do hospedeiro, utilizou-se uma dieta à base de farinha de trigo integral (70% m/m), farinha de milho (27% m/m) e levedura de cerveja (3% m/m).

Para criação do parasitoide, ovos do hospedeiro foram aderidos às cartelas de cartolina azul (8 x 2 cm), utilizando-se goma arábica diluída à 50% (m/v). Esses ovos foram, posteriormente, submetidos à inviabilização sob lâmpada germicida por um tempo de 50 minutos, conforme descrito por Pratissoli et al. (2010a), sendo posteriormente expostos ao parasitismo por um período de 24 horas e mantidos em câmara climatizada a  $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

### **3.2.2 Fungicidas avaliados**

A escolha dos produtos levou em consideração o volume comercializado em revendas especializadas da região produtora de tomate no Espírito Santo, pela disponibilidade comercial dos produtos e registros junto ao Instituto de Defesa Agropecuário e Florestal do Espírito Santo (IDAF). Foram testados 29 inseticidas comerciais (Tabela 3).

**Tabela 3** - Relação de princípios ativos de fungicidas, concentrações de ingredientes ativos e suas respectivas doses utilizadas nos bioensaios

Nome técnico	[ ] i.a.*	Dose recomendada de aplicação	Dose aplicada em 200 ml
ACIBENZOLAR-S-METHYL	500 g/kg	5 g/100 L de água	0,01 g
AZOXYSTROBIN	500 g/kg	80 a 160 g/ha	0,026 g
CAPTAN 1	480 g/L	250 mL/100 L de água	0,5 mL
CAPTAN 2	500 g/kg	1,6 a 2,5 kg/ha	0,48 g
CLORETO DE BENZALCÔNIO	100 g/L	250 mL/100 L de água	0,5 mL
CLORIDRATO DE PROPAMOCARB 1	625 g/L	1,5 L/ha até 300	0,416 g
CLORIDRATO DE PROPAMOCARB 2	722 g/L	mL/100L de calda	0,6 mL
CLOROTALONIL + DIMETHOMORPH	500 + 100 g/L	300 mL/100 L de água	0,6 mL
CLOROTALONIL	750 g/kg	200 g/100 L de água	0,6 mL
CYMOXANIL + MANCOZEB	80 + 640 g/kg	300 g/100 L de água	0,6 g
DIFENOCONAZOLE	250 g/L	até 50 mL/100 L de água	0,1 mL
DIMETHOMORPH + MANCOZEB	90 + 600 g/kg	400 g/100 L de água	0,8 g
FENAMIDONE	500 g/L	300 mL/ha	0,06 mL
FLUAZINAM	500 g/L	100 mL/100 L de água	0,2 mL
HIDRÓXIDO DE COBRE 1	537,4 g/L	até 4 L/ha	0,8 mL
HIDRÓXIDO DE COBRE 2	538 g/kg	até 300 g/100 L de água	0,6 g
MANCOZEB + METALAXYL-M	640 + 40 g/kg	até 2,5 kg/ha	0,6 g
MANCOZEB 1	800 g/kg	3 kg/ha	0,5 g
MANCOZEB 2	800 g/kg	até 3 kg/ha	0,5 g
MANDIPROPAMID	250 g/L	0,4 á 0,6 L/ha	0,12 mL
METIRAM + PIRACLOSTROBINA	550 + 50 g/kg	400 g/100 L de água	0,8 g
METIRAM	700 g/kg	até 3 kg/ha	0,6 g
OXICLORETO DE COBRE	840 g/kg	até 200 g/100 L de água	0,4 g
ÓXIDO CUPROSO	860 g/kg	até 150 g/100 L de água	0,48 g
PIRACLOSTROBINA	250 g/L	40 mL/100 L de água	0,08 mL
PROPINEB	700 g/kg	3 kg/ha	0,67 g
TEBUCONAZOLE + TRIFLOXYSTROBIN	200 + 100 g/L	até 0,75 L/ha	0,2 mL
THIOPHANATE-METHYL 1	700 g/kg	70 g/100 L de água	0,14 g
ACIBENZOLAR-S-METHYL	500 g/kg	5 g/100 L de água	0,01 g
THIOPHANATE-METHYL 2	700 g/kg	até 70 g/100 L de água	0,114 g

\* Concentração do ingrediente ativo no produto comercial.

Fêmeas recém-emergidas de *T. pretiosum* (idade < 24 horas) foram individualizadas em tubos Eppendorf (2,5 ml) contendo uma gotícula de mel no seu interior, para alimentação. Cartelas de cartolina azul celeste (0,5 x 3,0 cm), contendo 20 ovos do hospedeiro *A. kuehniella* colados por meio de goma arábica (25% m/v) foram inviabilizadas por exposição à lâmpada germicida por aproximadamente 50 minutos.

As cartelas contendo os ovos foram imersas nas caldas dos produtos por um período de cinco segundos. No tratamento testemunha, utilizou-se somente água destilada. Em seguida, as cartelas foram colocadas sobre papel toalha dentro de bandejas plásticas em câmara de exaustão, durante uma hora em temperatura ambiente para eliminação do excesso de umidade da superfície dos ovos. As cartelas contendo os ovos tratados foram oferecidas ao parasitismo do *T. pretiosum* durante 24 horas. Após esse período, as fêmeas foram eliminadas e as cartelas mantidas nos mesmos tubos para observação até a emergência dos parasitoides.

O parâmetro observado foi o percentual de parasitismo. Cada tratamento foi composto por 15 repetições que era representada por uma cartela contendo 20 ovos do hospedeiro em estudo.

### **3.2.3 Análise estatística**

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 29 tratamentos (28 Fungicidas + testemunha) contendo 15 repetições cada. Os dados de parasitismo obtidos nos bioensaios foram submetidos à fórmula de redução do parasitismo e, posteriormente, à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.1 (FERREIRA, 2003).

A redução no parasitismo do parasitoide para cada tratamento foi determinada através da comparação com a testemunha (água destilada) e calculada por meio da fórmula:  $RP = (1 - Rt/Rc) \times 100$ , sendo RP a porcentagem de redução no parasitismo ou emergência; Rt o valor do parasitismo ou emergência médio(a) para cada produto; e Rc o parasitismo ou a emergência médio(a) observado(a) para o tratamento testemunha (negativa) (HASSAN et al., 2000). Com base nessas porcentagens de redução, os produtos testados foram enquadrados em classes, de acordo com as

recomendações da IOBC/WPRS (1988 e 1992), em que: 1 = inócuo (< 30 %), 2 = pouco prejudicial (30 – 79 %), 3 = moderadamente prejudicial (80 – 99 %) e 4 = prejudicial (> 99 %).

### 3.2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ação dos fungicidas pode ser influenciada pela molécula, concentração ou dose aplicada ou ainda pelos organismos biológicos (parasitoide e hospedeiro). Foi observado a não aceitação do parasitoide ao hospedeiro quando estes foram imersos em algumas caldas de fungicidas, motivo este que pode estar ligado ao contato com as antenas ou mesmo com o próprio ovipositor e caminharmento durante a avaliação que provocou a rejeição do hospedeiro em potencial impedindo a oviposição ou inibição, subseqüentemente, o desenvolvimento do parasitoide (MOREIRA et al. 2009). A partir dos dados de parasitismo analisados, foram observadas diferenças estatísticas entre os princípios ativos dos fungicidas, o que possibilitou subdividi-los em cinco grupos distintos e quatro classes de impacto sobre os inimigos naturais, de acordo com as recomendações da IOBC/WPRS.

Os fungicidas testados afetam o parasitismo de *T. pretiosum* como mostrado na Tabela 4. Os fungicidas THIOPHANATE METHYL 2, DIFENOCONAZOLE, HIDRÓXIDO DE COBRE 2, CYMOXANIL + MANCOZEB, MANCOZEB + METALAXYL-M, CLORIDRATO DE PROPAMOCARB 2, METIRAM, ACIBENZOLAR-S-METHYL, OXICLORETO DE COBRE e CLOROTALONIL foram agrupados por não apresentarem diferença em relação ao parasitismo médio, com uma variação de 85,77 a 72,08%, e promoverem acréscimo na redução do parasitismo de 36,72 a 14,90%, os quais foram classificados como inócuos pela classificação da IOBC/WPRS (Tabela 4). Embora tenham diferido do grupo anterior, os fungicidas CLORIDRATO DE PROPAMOCARB 1, ÓXIDO CUPROSO, CLORETO DE BENZALCÔNIO, FLUAZINAM, CLOROTALONIL + DIMETHOMORPH, AZOXYSTROBIN, CAPTAN 2, MANCOZEB 2, FENAMIDONE e TEBUCONAZOLE + TRIFLOXYSTROBIN foram agrupados como fungicidas intermediários quanto ao parasitismo observado nos testes, variando de 69,64 a 55,41% e valores de redução do parasitismo de (11,01) a 11,66% onde os grupos apesar de distintos não diferem quanto à classificação preconizada pelo IOBC/WPRS sendo ambos enquadrados como inócuos (classe 1).

Da mesma forma ocorrido anteriormente, o fungicida HIDRÓXIDO DE COBRE 1 diferi dos grupos anteriores com valores de parasitismo médio de 44,09% e redução do parasitismo de 29,71% sendo classificado como inócuo segundo classificação IOBC/WPRS.

**Tabela 4** - Princípios ativos de fungicidas organizados a partir do percentual de parasitismo médio observado, redução de parasitismo de *T. pretiosum* em relação à testemunha e classes da IOBC/WPRS

Princípios ativos de fungicidas	Parasitismo (%) <sup>*</sup>	RP (%) <sup>1</sup>	Classe <sup>2</sup>
THIOPHANATE METHYL 2	85,77 a	(36,72) **	1
DIFENOCONAZOLE	85,66 a	(36,55) **	1
HIDRÓXIDO DE COBRE 2	85,41 a	(36,16) **	1
CYMOXANIL + MANCOZEB	82,86 a	(32,08) **	1
MANCOZEB + METALAXYL-M	81,25 a	(29,51) **	1
CLORIDRATO DE PROPAMOCARB 2	78,89 a	(25,75) **	1
METIRAM	78,57 a	(25,24) **	1
ACIBENZOLAR-S-METHYL	75,00 a	(19,55) **	1
OXICLORETO DE COBRE	73,33 a	(16,89) **	1
CLOROTALONIL	72,08 a	(14,90) **	1
CLORIDRATO DE PROPAMOCARB 1	69,64 b	(11,01) **	1
ÓXIDO CUPROSO	69,23 b	(10,36) **	1
CLORETO DE BENZALCÔNIO	68,57 b	(9,30) **	1
FLUAZINAM	66,66 b	(6,26) **	1
CLOROTALONIL + DIMETHOMORPH	64,38 b	(2,61) **	1
AZOXYSTROBIN	62,50 b	0,37	1
CAPTAN 2	61,33 b	2,23	1
MANCOZEB 2	60,41 b	3,69	1
FENAMIDONE	57,14 b	8,91	1
TEBUCONAZOLE + TRIFLOXYSTROBIN	55,41 b	11,66	1
HIDRÓXIDO DE COBRE 1	44,09 c	29,71	1
PROPINEB	40,71 c	35,09	2
PIRACLOSTROBINA	12,27 d	80,43	3
CAPTAN 1	---- e	100,00	4
DIMETHOMORPH + MANCOZEB	---- e	100,00	4
MANCOZEB 1	---- e	100,00	4
METIRAM + PIRACLOSTROBINA	---- e	100,00	4
THIOPHANATE METHYL 1	---- e	100,00	4
TESTEMUNHA	62,73 b	----	
CV (%)	25,19		
F	11,96		
GLR	279		
P	<0,001		

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade;

\*\* Valores de Redução do Parasitismo (RP) entre parênteses caracteriza acréscimo no parasitismo em relação à testemunha;

<sup>1</sup> RP = Redução no parasitismo comparado com a testemunha;

<sup>2</sup> Classes da IOBC/WPRS para teste de seletividade sobre *Trichogramma*: 1 = inócuo (< 30%), 2 = levemente nocivo (30-79%), 3 = moderadamente nocivo (80-99%) e 4 = nocivo (> 99%).

O fungicida com princípio ativo PROPINEB é o único que se enquadrou como levemente nocivo ao parasitoide, obtendo parasitismo médio de 40,71%, redução do parasitismo de 35,09% sendo classificado como classe 2, segundo a classificação IOBC/WPRS. O fungicida à base de PIRACLOSTROBINA é o único representante na classificação IOBC/WPRS como moderadamente nocivo ao parasitoide, obtendo valor médio de parasitismo 12,27% e redução do parasitismo de 80,43% sendo classificado como classe 3, segundo classificação IOBC/WPRS.

Para os fungicidas com princípio ativo CAPTAN 1, DIMETHOMORPH + MANCOZEB, MANCOZEB 1, METIRAM + PIRACLOSTROBINA e THIOPHANATE METHYL 1 não foi observado parasitismo pelo parasitoide *T. pretiosum*, fato este que implica na não observação do parasitismo sobre os ovos do hospedeiro, motivos que podem estar relacionados à influência da molécula, concentração ou dose aplicada dos fungicidas ou ainda pelos organismos biológicos envolvidos nos bioensaios (parasitoide e hospedeiro). Para efeito da classificação IOBC/WPRS, os mesmos foram enquadrados como nocivos (classe 4) ao parasitoide de ovos *T. pretiosum*.

Para os fungicidas à base de THIOPHANATE METHYL, foram observados valores extremos de parasitismo, mesmo estes produtos apresentando a mesma concentração do ingrediente ativo. A eleição do hospedeiro pelo *Trichogramma* é realizada por meio de estímulos químicos e físicos recepcionados pelas antenas (COLAZZA et al., 2010). Dessa forma, tais resultados podem estar diretamente relacionados à constituição dos inertes desses produtos, visto que no momento da análise de eleição do hospedeiro pelo *Trichogramma*, algum constituinte deve ter induzido o parasitoide à rejeição.

Outros pesquisadores trabalhando com fungicidas à base de THIOPHANATE METHYL reportaram resultados favoráveis para o uso deste princípio ativo associado com *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella* (MANZONI et al., 2006; CARVALHO et al., 2012). Por outro lado, sobre *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Diaphania hyalinata* Linnaeus (Lepidoptera: Pyralidae), o fungicida THIOPHANATE METHYL reduziu em 27,64% o parasitismo (PRATISSOLI, et al., 2010).

Os fungicidas à base de HIDRÓXIDO DE COBRE também apresentam resultados distintos sobre o parasitismo de *T. pretiosum*, apesar da proximidade de

concentrações dos princípios ativos. Contudo, com relação à classificação da IOBC/WPRS, esses fungicidas foram iguais e enquadraram-se na classe 1. Em ovos de *A. kuehniella*, Carvalho et al. (2012) reportaram para *T. pretiosum* redução na taxa de parasitismo igual a 80%, o que enquadrou HIDRÓXIDO DE COBRE como classe 3.

A diferença observada no parasitismo de *T. pretiosum* em ovos tratados com fungicidas à base de CAPTAN pode estar possivelmente associada à formulação dos produtos, visto que CAPTAN 1 é uma formulação Suspensão concentrada enquanto que CAPTAN 2 é pó molhável, ou a alguma característica do parasitoide selecionado, como idade. Manzoni et al. (2006) em seu estudo não observaram diferença para o fungicida CAPTAN em relação à formulação, sendo apresentados elevados valores de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella*. Dessa forma, o resultado obtido no presente estudo está relacionado com a idade do *Trichogramma*, visto que a emergência desses não é homogenia.

A ausência de parasitismo de *T. pretiosum* observada para os tratamentos DIMETHOMORPH + MANCOZEB, MANCOZEB 1 e METIRAM + PIRACLOSTROBINA demonstram que esses produtos são extremamente tóxicos ao parasitoide. Da mesma forma que ocorreu para o fungicida à base de CAPTAN, os fungicidas à base de MANCOZEB apresentam resultados distintos, principalmente os solitários. Para MANCOZEB solitário, Pratisoli et al. (2010) reportaram valores superiores a 60% de parasitismo de *T. atopovirilia* em ovos de *D. hyalinata*, enquanto que Carvalho et al. (2012) relataram que a associação de MANCOZEB com outros princípios ativos pode intensificar a toxicidade a fungicidas, como os observados para a associação entre DIMETHOMORPH + MANCOZEB. Para a associação entre CYMOXANIL + MANCOZEB e MANCOZEB + METALAXYL-M não foram observados níveis de toxicidade.

A ocorrência de incremento na taxa de parasitismo, segundo alguns autores está relacionada à possível ocorrência de hormese (ZANUNCIO et al., 2003; PRATISSOLI et al., 2010; CARVALHO et al., 2012). A hormese baseia-se no fornecimento de respostas biológicas favoráveis a organismos benéficos, quando expostos aos agentes estressores em quantidades pequenas, como efeitos estimuladores (CALABRESE, 2010; GUEDES; MAGALHÃES; COSME, 2009; MATTSON;

CALABRESE, 2010). Contudo, a confirmação desse evento carece de estudos minuciosos acerca da análise química para os organismos biológicos com maior complexidade, tais como endoparasitoides.

### 3.4 CONCLUSÃO

Entre os produtos testados, os fungicidas com princípio ativo THIOPHANATE METHYL 2, DIFENOCONAZOLE, HIDRÓXIDO DE COBRE 2, CYMOXANIL + MANCOZEB, MANCOZEB + METALAXYL-M, CLORIDRATO DE PROPAMOCARB 2, METIRAM, ACIBENZOLAR-S-METHYL, OXICLORETO DE COBRE, CLOROTALONIL, CLORIDRATO DE PROPAMOCARB 1, ÓXIDO CUPROSO, CLORETO DE BENZALCÔNIO, FLUAZINAM e CLOROTALONIL + DIMETHOMORPH, além de serem utilizados como agentes de controle doenças, promoveram acréscimo no parasitismo do parasitoide *T. pretiosum* quando aplicados sobre ovos do hospedeiro *A. kuehniella*. Estes princípios ativos de fungicidas devem ser priorizados quando necessários no controle de doenças por compatibilizarem o controle biológico, utilizando *T. pretiosum* e o químico.

### 3.5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. D.; ZANUNCIO, J. C.; PRATISSOLI, D.; ANDRADE, G. S.; CECON, P. R.; SERRÃO, J. E. Effect of azadirachtin on the control of *Anticarsia gemmatalis* and its impact on *Trichogramma pretiosum*. **Phytoparasitica**, v. 38, p. 413-419, 2010.
- ALVES, F.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; ZANUNCIO JUNIOR, J.S.; HOLTZ, A.M.; VIANNA, U.R. Manejo fitossanitário de doenças e pragas: novas perspectivas. In: JESUS JUNIOR, W.C.; POLANCZYK, R.A.; PRATISSOLI, D.; PEZZOPANE, J.E.M.; SANTIAGO, T. (Eds.). **Atualidades em defesa fitossanitária**. Alegre, Universidade de Federal do Espírito Santo, cap. 13, p. 383-416, 2007.
- BESTETE, L.R; PRATISSOLI, D.; QUEIROZ, V.T. de; CELESTINO, F.N; MACHADO, L.C Toxicidade de óleo de mamona a *Helicoverpa zea* e a *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.46, n.8, p.791-797, 2011.
- CARMO, E.L. do; 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). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 283-290, 2010.
- CARVALHO, G. A.; GODOY, M. S.; PARREIRA, D. S.; REZENDE, D. T. Effect of chemical insecticides used in tomato crops on immature *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Colombiana de Entomología** 36 (1): 10-15 (2010).
- CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, G. C. Bioatividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* MILL.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas gerações F1 e F2. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 261-270, 2003.
- CARVALHO, J. R.; PRATISSOLI, D.; PAES, J. P. P.; ZUIM, V.; STINGUEL, P. SELETIVIDADE DE FUNGICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DO TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum*, MILL.) A *Trichogramma pretiosum*. **Nucleus** (Ituverava. Online), v. 9, p. 1-8, 2012.
- COLAZZA, S.; PERI, E.; SALERNO, G.; CONTI, E. Host Searching by Egg Parasitoids: Exploitation of Host Chemical Cues. Cap 4, p. 97-147. In: CÔNSOLI F.L., PARRA J.R.P., ZUCCHI R. (eds.), **Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on Trichogramma**, Progress in Biological Control 9, Springer, Piracicaba, 2010.
- CZEPAK, C.; FERNANDES, P.M.; ALBERNAZ, K.C.; RODRIGUES, O.D.; SILVA, L.M; SILVA, E.A.; TAKATSUKA, F.T.; BORGES, J.D. Seletividade de inseticidas ao complexo de inimigos naturais na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.2, p.123-127, 2005.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR**: versão 5.1. Lavras: UFLA, 2003.

GIOLO, F. P.; GRÜTZMACHER, A. D.; MANZONI, C. G.; LIMA, C. A. B. NÖRNBERG, S. D. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do pessegueiro sobre adultos de *Trichogramma pretiosum*. **Bragantia**, v. 66, p.423-431, 2007.

GOULART, R.M.; BORTOLI, S.A.; THULER, de, R.T.; D. PRATISSOLI; VIANA, C.L.T.P.; H.X.L. VOLPE. Avaliação da seletividade de inseticidas a *trichogramma* spp. (hymenoptera: trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Arquivo: Instituto Biológico de São Paulo.**, São Paulo, v.75, n.1, p.69-77, jan./mar., 2008.

HASSAN, S.A.; HAFES, H.; DEGRANDE, P.E.; HERAI, H. The side effects of pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma caecoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae), acute dose-response and persistence tests. **Journal of Applied Entomology**, v. 122, n. 9-10, p. 569-573, 1998.

HASSAN, S.A.; HALSALL, N.; GRAY, A.P.; KUEHNER, C.; MOLL, M.; BAKKER, F.M.; ROEMBKE, J.; YOUSEF, A.; NASR, F.; ABDELGADER, H. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacaoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M.P.; BLÜMEL, S.; FORSTER, R.; BAKKER, F.M.; GRIMM, C.; HASSAN, S.A.; HEIMBACH, U.; MEAD-BRIGGS, M.A.; REBER, B.; SCHMUCK, R.; VOGT, H. (Eds.). **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. IOBC/ WPRS, Gent. p. 107-119, 2000.

LUZ, J. M .Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 7-15, 2007.

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

PRATISSOLI, D.; DALVI, L. P.; POLANCZYK, R. A.; ANDRADE, G. S.; HOLTZ, A. M.; NICOLINE, H. O. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Anagasta kuehniella* e *Sitotroga cerealella*. **Idésia**, v. 28, n. 1, p. 39-42, 2010a.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M.J.; HOLTZ, A.M.; GONÇALVES, J.R.; CHIORAMITAL, A.B.; ZAGO, H. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 73-76, 2002.

PRATISSOLI, D.; MILANEZ, A. M.; BARBOSA, W. F.; CELESTINO, F. N.; ANDRADE, G. S.; POLANCZYK, R. A. SIDE EFFECTS OF FUNGICIDES USED IN CUCURBITACEOUS CROP ON *Trichogramma atopovirilia* OATMAN & PLATNER (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 70, n. 2, p. 323-327, 2010b.

PRATISSOLI, D.; MILANEZ, A. M.; CELESTINO, F. N.; BARBOSA, W. F.; VIANNA, U. R.; POLANCZYK, R. A.; ZINGER, F. D.; CARVALHO J. R. de. Seletividade de inseticidas, recomendados para cucurbitáceas para *Trichogramma atopovirilia*

Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 58, n.5, p. 661-664, set/out, 2011.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; FURTADO, G. O.; ZANUNCIO, J. C.; POLANCZYK, R. A.; BARBOSA, W. F.; CARVALHO, J. R. Seletividade de inseticidas a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 35, n. 3, p. 347-353, 2009.

RUSSELL, J. E.; STOUTHAMER, R. Sex Ratio Modulators of Egg Parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. (Eds.) Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma*. **Springer**, Piracicaba, p. 167-190, 2010.

SCHOLZ B.C.G., ZALUCKI M.P. 2000. The effects of two new insecticides on the survival of adult *Trichogramma pretiosum* Riley in sweet corn. In: Austin A, Downton M, editors. **Hymenoptera: Evolution, Biodiversity and Biological Control**. Canberra, Australia: CSIRO Pubs. p. 381-387.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, v.24, p.79-92, 2003.

TROUGAKOS, I., L. MARGARITIS. 2002. Novel morphological and Physiological Aspects of insect eggs. p. 3-36. In M. Hilker and T. Meiners (eds.). Chemoecology of insect eggs and egg deposition. **Blackwell Publishing Ltd.**, Berlin, Germany.

VINSON, S. B. 1997. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoide de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, 67-120. In: PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A. (eds.). *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba: FEALQ, 324pp. WAJNBERG, E. Genetics of the Behavioral Ecology of Egg Parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. (Eds.) Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma*. **Springer**, Piracicaba, p. 149-166, 2010.

ZANUNCIO, T.V., SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C. Permethrin-induced hormesis on the predator *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). **Crop Protection**. v. 22, p. 941-947, 2003.

## 4 CAPÍTULO IV

### PODE O HOSPEDEIRO INFLUENCIAR NOS TESTES DE SELETIVIDADE DE FUNGICIDAS E INSETICIDAS PARA *Trichogramma pretiosum*?

#### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes inseticidas e fungicidas sobre *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. Os testes foram realizados sobre adultos de *T. pretiosum* nos hospedeiros *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae). Os resultados mostraram que os agrotóxicos estudados têm efeitos diferentes sobre *T. pretiosum* em função do hospedeiro. Os inseticidas IMIDACLORIPRIDO + BETA-CIFLUTRINA e METHOMYL são os mais agressivos reduzindo o parasitismo dos adultos de *T. pretiosum* em ambos os hospedeiros, enquanto que para os fungicidas, DIMETOMORPH + MANCOZEB e MANCOZEB são os mais influentes. Quando tratados com fungicidas, verificou-se redução da emergência somente para DIMETOMORPH + MANCOZEB. Diante dos resultados conclui-se que o hospedeiro pode influenciar na ação seletiva dos inseticidas e fungicidas sobre parasitoides do gênero *Trichogramma*. Além disso, *T. pretiosum* é mais susceptível ao inseticida METHOMYL e ao ACIBENZOLAR-S-METHYL quando criado em *A. kuehniella* e ao fungicida DIMETOMORPH + MANCOZEB quando criado em *H. zea*.

**Palavras-chave:** Parasitoide. Agrotóxicos. Manejo Fitossanitário.

## CAN HOST INFLUENCE IN TESTS OF SELECTIVITY OF FUNGICIDES AND INSECTICIDES FOR *Trichogramma pretiosum*?

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of different insecticides and fungicides on *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in different hosts. The tests were performed on adults of *T. pretiosum* in host *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) and *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae). The results showed that the pesticides studied have different effects on *T. pretiosum* depending on the host. The insecticides IMIDACLOPRID + BETA-CYFLUTHRIN and METHOMYL are the most aggressive reducing parasitism of adult *T. pretiosum* in both hosts, whereas for fungicides, DIMETOMORPH + MANCOZEB and MANCOZEB are the most influential. When treated with fungicides, it was reduced to only emergency DIMETOMORPH + MANCOZEB. From the results it is concluded that the host can influence the selectivity tests of insecticides and fungicides on parasitoids of the genus *Trichogramma*. Additionally, *T. pretiosum* is more susceptible to the insecticide METHOMYL and ACIBENZOLAR-S-METHYL when created in *A. kuehniella* and the fungicide MANCOZEB + DIMETOMORPH created when *H. zea*.

**Key words:** Parasitoid. Pesticides. Plant management.

## 4.1 INTRODUÇÃO

A busca pela redução de perdas nas lavouras de tomate tem levado agricultores ao uso massivo e indiscriminado de agrotóxicos devido a problemas fitossanitários (CARVALHO et al., 2003; CARVALHO et al., 2012). Entre esses, a elevada susceptibilidade da cultura a doenças e a frequente presença de insetos-praga são os principais entraves da cadeia produtiva, o que classifica o tomateiro como cultura de alto risco (SOUZA; REIS, 2003; LUZ et al., 2007).

Visando a redução do uso desses produtos, a *priori* os inseticidas, deve-se utilizar outros métodos de manejo fitossanitário de pragas ou a associação desses com os agrotóxicos, visando à redução dos insetos-praga (ALVES et al., 2007). Um método de manejo bastante estudado e utilizado é o controle biológico utilizando parasitoides do gênero *Trichogramma* (ALMEIDA et al., 2010). A utilização desses agentes em associação com agrotóxicos pode sofrer interferência, devido à ação desses produtos. Diante disso, torna-se necessário a realização de testes, verificando a influência dos agrotóxicos sobre esses organismos, gerando informações que possam auxiliar na tomada de decisão em programas de Manejo Fitossanitário de Pragas (PRATISSOLI et al., 2002; ZANUNCIO et al., 2003; CARVALHO, et al., 2012).

O protocolo de padronização dos testes de seletividade e susceptibilidade, visando avaliar a toxicidade e o impacto de agrotóxicos sobre *Trichogramma*, foi desenvolvido pela *International Organization for Biological Control of Noxious Plants and Animals/ West Palaearctic Region Section* (IOBC/ WPRS), um grupo de trabalho que padroniza testes de seletividade (HASSAN et al., 1998; PRATISSOLI et al., 2009).

Grande parte dos testes de seletividade é realizada em hospedeiros alternativos, como *A. kuehniella*. Em função disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de inseticidas e fungicidas pertencentes a cada classe toxicológica a *T. pretiosum* Riley em diferentes hospedeiros.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de seletividade e susceptibilidade foram realizados no setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre – ES. Todos os experimentos foram administrados em câmaras climatizadas da marca Eletrolab modelo 102FC, reguladas com as seguintes características: temperatura a  $25 \pm 1$  °C, umidade relativa (UR)  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

### 4.2.1 Criação de e manutenção de *Trichogramma pretiosum*

Na manutenção e multiplicação do parasitoide *T. pretiosum*, empregou-se o hospedeiro alternativo *A. kuehniella*, de acordo com a metodologia desenvolvida por Pratissoli et al. (2010a). Para a manutenção do hospedeiro, utilizou-se uma dieta à base de farinha de trigo integral (70% m/m), farinha de milho (27% m/m) e levedura de cerveja (3% m/m).

Para criação do parasitoide, ovos do hospedeiro foram aderidos a cartelas de cartolina azul (8 x 2 cm), utilizando-se goma arábica diluída a 50% (m/v). Esses ovos foram, posteriormente, submetidos à inviabilização sob lâmpada germicida por um tempo de 50 minutos, conforme descrito por Pratissoli et al. (2010a), sendo posteriormente expostos ao parasitismo por um período de 24 horas e mantidos em câmara climatizada a  $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

### 4.2.2 Agrotóxicos testados

Os produtos utilizados nos testes encontram-se na Tabela 5. A escolha dos produtos foi realizada por meio de sorteio ao acaso levando em consideração somente a separação por classe de uso (inseticida ou fungicida).

Os estudos da ação seletiva foram divididos em duas etapas, sendo a primeira para avaliação de produtos pertencentes à classe inseticida e a segunda para avaliação de produtos pertencentes à classe dos fungicidas.

**Tabela 5** - Agrotóxicos utilizados em teste de seletividade e susceptibilidade a *Trichogramma*

Nome técnico	[ ]i.a.*	Formulação	Classificação toxicológica	Fabricante
<b>Experimento I – Inseticidas</b>				
IMIDACLOPRIDO + BETA-CIFLUTRINA	100 + 12,5 g/l	SC	II – Altamente tóxico	Bayer CropScience
METHOMYL	215 g/l	SL	I – Extremamente tóxica	Du Pont do Brasil S/A
ACETAMIPRID	200 g/kg	WP	III – Medianamente tóxico	Iharabras
SPINOSAD	480 g/l	SC	IV – Pouco tóxico	Dow AgroSciences
<b>Experimento II – Fungicidas</b>				
DIMETOMORPH + MANCOZEB	90 + 600 g/kg	WP	II – Altamente tóxico	Basf
ACIBENZOLAR-S-METHYL	500 g/kg	WG	III – Medianamente tóxico	Syngenta
MANCOZEB + OXICLORETO DE COBRE	440 + 300 g/kg	WP	IV – Pouco tóxico	Sipcam
MANCOZEB	800 g/kg	WP	I – Extremamente tóxica	Dow AgroSciences

\* Concentração do ingrediente ativo no produto comercial.

Os estudos de seletividade/susceptibilidade foram divididos em dois experimentos. No Experimento I foram avaliados os produtos pertencentes à classe dos inseticidas enquanto que no Experimento II foram avaliados os produtos pertencentes à classe dos fungicidas.

#### 4.2.3 Bioensaio de seletividade

Fêmeas recém-emergidas de *T. pretiosum* (idade < 24 horas) foram individualizadas em tubos Eppendorf (2,5 ml) contendo uma gotícula de mel no seu interior, para alimentação. Cartelas de cartolina azul celeste (0,5 x 3,0 cm), contendo 20 ovos do hospedeiro *A. kuehniella* ou do hospedeiro *H. zea* colados por meio de goma arábica (25% m/v) foram inviabilizadas por exposição à lâmpada germicida por aproximadamente 50 minutos.

As cartelas contendo os ovos foram imersas nas caldas dos produtos pertencentes aos Experimentos I ou II por um período de cinco segundos. Utilizou-se somente água

destilada como padrão no tratamento testemunha. Em seguida, as cartelas foram colocadas sobre papel toalha dentro de bandejas plásticas em câmara de exaustão, durante uma hora em temperatura ambiente para eliminação do excesso de umidade da superfície dos ovos. As cartelas contendo os ovos tratados foram oferecidas ao parasitismo do *T. pretiosum* durante 24 horas. Após esse período, as fêmeas foram eliminadas e as cartelas mantidas nos mesmos tubos para observação até a emergência dos parasitoides.

Os parâmetros observados foram: percentual de parasitismo e de emergência. O número de indivíduos por ovo não foi avaliado em virtude de haver uma diferença quanto ao tamanho dos ovos dos hospedeiros em estudo. Cada tratamento foi composto por 15 repetições que era representada por uma cartela contendo 20 ovos do hospedeiro em estudo.

#### **4.2.5 Análise estatística**

O delineamento utilizado para o bioensaio de seletividade foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2 (tratamentos x hospedeiros) contendo 15 repetições cada, para cada Experimento.

O delineamento utilizado para o bioensaio de susceptibilidade foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2 (tratamentos x hospedeiros) contendo 15 repetições cada, para cada Experimento e fase de desenvolvimento do parasitoide.

A análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.1 (FERREIRA, 2003). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A redução no parasitismo ou na emergência dos parasitoides para cada tratamento foi determinada através da comparação com a testemunha (água destilada) e calculada por meio da fórmula:  $RP = (1 - Rt/Rc) \times 100$ , sendo RP a porcentagem de redução no parasitismo ou emergência; Rt o valor do parasitismo ou emergência médio (a) para cada produto; e Rc o parasitismo ou a emergência médio (a) observado (a) para o tratamento testemunha (negativa) (HASSAN et al., 2000). Com base nessas porcentagens de redução, os produtos testados foram enquadrados em classes, de acordo com as recomendações da IOBC/WPRS (1988 e 1992), em que: 1 = inócuo (<

30 %), 2 = pouco prejudicial (30 – 79 %), 3 = moderadamente prejudicial (80 – 99 %) e 4 = prejudicial (> 99 %).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1 Seletividade

A análise dos dados de parasitismos do Experimento I (inseticidas) mostra significância na interação entre os fatores Tratamento (inseticidas) e Hospedeiro ( $F=3,111$ ;  $glr=107$ ;  $p=0,0294$ ) (Tabela 6). Ao realizar o desdobramento dos níveis do fator Inseticidas dentro dos níveis do fator Hospedeiro, verificou-se que o parasitismo de *T. pretiosum* é semelhante para os dois hospedeiros. O inseticida SPINOSAD é o que menos promoveu a redução do parasitismo de *T. pretiosum* para ambos os hospedeiros (78,57 e 85,67% de parasitismo para os hospedeiros *A. kuehniella* e *H. zea*, respectivamente). O inseticida IMIDACLOPRIDO+BETA-CIFLUTRINA é o que mais reduziu o parasitismo (parasitismo < 30%). No desdobramento dos níveis do fator Hospedeiro dentro dos níveis do fator Inseticidas, verificou-se diferença significativa somente para os tratamentos IMIDACLOPRIDO+BETA-CIFLUTRINA e ACETAMIPRID, com maior redução no parasitismo sobre *H. zea* para o segundo inseticida.

**Tabela 6** - Percentual de parasitismo, redução no parasitismo (RP) de *T. pretiosum* em relação à testemunha e classes de seletividade dos inseticidas (Experimento I) recomendados para a Cultura do Tomateiro e percentual de emergência dos descendentes do parasitoide (Continua)

Inseticidas	Parasitismo (%) *							
	Hospedeiros							
	<i>A. kuehniella</i>		RP <sup>1</sup>	Classe <sup>2</sup>	<i>H. zea</i>			
					RP <sup>1</sup>	Classe <sup>2</sup>		
IMIDACLOPRIDO + BETA-CIFLUTRINA	13,33	dB	83,81	3	26,25	cA	67,48	2
METHOMYL	47,92	cA	41,80	2	41,50	bA	48,58	2
ACETAMIPRID	62,50	bA	24,09	1	46,43	bB	42,48	2
SPINOSAD	78,57	aA	4,57	1	85,67	aA	(6,14)	---
TESTEMUNHA	82,33	aA	---		80,71	aA	---	
CV (%)					22,57			
F					3,111			
glr					101			
p					0,0294			

**Tabela 6** - Percentual de parasitismo, redução no parasitismo (RP) de *T. pretiosum* em relação à testemunha e classes de seletividade dos inseticidas (Experimento I) recomendados para a Cultura do Tomateiro e percentual de emergência dos descendentes do parasitoide (Continua)

Inseticidas	Emergência (%)*	
	Hospedeiros	
	<i>A. kuehniella</i>	<i>H. zea</i>
IMIDACLOPRIDO + BETA-CIFLUTRINA	91,67 aA	100,00 aA
METHOMYL	30,16 bB	98,33 aA
ACETAMIPRID	89,41 aA	74,58 bA
SPINOSAD	99,35 aA	100,00 aA
TESTEMUNHA	97,10 aA	98,71 aA
CV (%)	20,75	
F	20,947	
glr	101	
p	<0,001	

\* Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ );

<sup>1</sup> RP = Redução no parasitismo comparado com a TESTEMUNHA. Valor entre parênteses caracteriza aumento no parasitismo;

<sup>2</sup> Classes da IOBC/WPRS para teste de seletividade sobre *Trichogramma*: 1 = inócuo (< 30%), 2 = levemente nocivo (30-79%), 3 = moderadamente nocivo (80-99%) e 4 = nocivo (> 99%).

Com relação à classificação da IOBC, somente o tratamento SPINOSAD enquadra-se na classe 1 (inócuo) para os hospedeiros, sendo que para o hospedeiro *H. zea* o parasitismo foi maior que o da testemunha específica (85,67 e 80,71%, respectivamente) (Tabela 6). O tratamento METHOMYL apresenta classe 2 da IOBC para ambos os hospedeiros. Já o tratamento ACETAMIPRID é classe 1 para o hospedeiro *A. kuehniella* e classe 2 para o hospedeiro *H. zea*, enquanto que o tratamento IMIDACLOPRIDO+BETA-CIFLUTRINA é classe 3 e 2, para os hospedeiros *A. kuehniella* e *H. zea*, respectivamente (Tabela 6).

O efeito negativo de METHOMYL sobre *T. pretiosum* foi reportado por Scholz e Zalucki (2000) sobre o hospedeiro *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae), que por sua vez, relataram que esse produto é altamente tóxico para *Trichogramma* reduzindo bruscamente a sua sobrevivência, o que possivelmente acarretou a reduzida taxa de parasitismo observada no presente estudo. Avaliando IMIDACLOPRIDO e BETA-CIFLUTRINA solitários, Czepak et al. (2005) reportaram uma redução superior a 60% na presença de inimigos naturais após 3 e 7 dias da

aplicação, fato que pode ser explicado pela elevada toxicidade desses produtos (Classe toxicológica II – Altamente tóxico) (Tabela 5).

Para o parâmetro percentual de emergência dos descendentes de *T. pretiosum*, há interação dos fatores Inseticidas e Hospedeiro ( $F=20,947$ ;  $glr=107$ ;  $p<0,001$ ) (Tabela 6). Em geral, o percentual de emergência é superior a 89%, exceto para as combinações entre o tratamento METHOMYL x hospedeiro *A. kuehniella* e o tratamento ACETAMIPRID x hospedeiro *H. zea*, que são inferiores (30,16 e 74,58%, respectivamente).

Com base nos resultados observados para METHOMYL, que é um produto extremamente tóxico (Tabela 5), pode-se verificar que o hospedeiro influencia a viabilidade do parasitismo (emergência) de *T. pretiosum*. Tal influência pode estar possivelmente relacionada às características físico-químicas do ovo. Trougakos e Margaritis (2002) ressaltam que as características físico-químicas dos ovos dos insetos são peculiares para cada espécie, visto que cada inseto apresenta determinadas necessidades básicas para a sobrevivência em seus habitats específicos. Dessa forma, quanto mais heterogêneo o ambiente maior será a estruturação físico-química dos ovos para garantir a sobrevivência dos descendentes.

Para o Experimento II (fungicidas), não há interação entre os níveis dos fatores Fungicidas e Hospedeiro para o parâmetro parasitismo ( $F=0,115$ ;  $glr=101$ ;  $p=0,9515$ ), bem como não há efeito do fator Hospedeiro para esse parâmetro ( $F=0,049$ ;  $glr=101$ ;  $p=0,8248$ ). Por outro lado, há efeito do fator Fungicida sobre o parasitoide ( $F=104,463$ ;  $glr=101$ ;  $p<0,001$ ). Todos os fungicidas afetam negativamente o parasitismo de *T. pretiosum* (Tabela 7). O fungicida ACIBENZOLAR-S-METHYL é o que menos causou redução do parasitismo, enquanto que o fungicida DIMETOMORPH+MANCOZEB é que mais influenciou (75,00 e 22,65%, respectivamente).

Com base na classificação da IOBC, os tratamentos DIMETOMORPH + MANCOZEB, MANCOZEB + OXICLORETO DE COBRE e MANCOZEB enquadram-se na classe 2 (levemente nocivos). O tratamento ACIBENZOLAR-S-METHYL, por sua vez, fica na classe 1 (inócuo) (Tabela 7).

**Tabela 7** - Percentual de parasitismo, redução no parasitismo (RP) de *T. pretiosum* em relação à testemunha e classes de seletividade dos fungicidas (Experimento II) recomendados para a Cultura do Tomateiro e percentual de emergência dos descendentes do parasitoide

Fungicidas	Parasitismo (%)*	RP <sup>1</sup>	Classe <sup>2</sup>
DIMETOMORPH + MANCOZEB	22,65 e	73,06	2
ACIBENZOLAR-S-METHYL	75,00 b	10,78	1
MANCOZEB + OXICLORETO DE COBRE	43,33 c	48,45	2
MANCOZEB	32,35 d	61,51	2
TESTEMUNHA A. KUEHNIELLA	82,33 a	---	
TESTEMUNHA H. ZEA	85,80 a		
TESTEMUNHA (MÉDIA)	84,07		
-----			
CV (%)	19,79		
F	104,463		
glr	101		
p	<0,001		
-----			
<b>Emergência (%)**</b>			
Fungicidas	Hospedeiros		
	<i>A. kuehniella</i>	<i>H. zea</i>	
DIMETOMORPH + MANCOZEB	100,00 aA	91,67 bB	
ACIBENZOLAR-S-METHYL	100,00 aA	97,68 aB	
MANCOZEB + OXICLORETO DE COBRE	100,00 aA	100,00 aA	
MANCOZEB	92,26 bB	98,44 aA	
TESTEMUNHA	97,10 aA	98,71 aA	
-----			
CV (%)	5,49		
F	5,571		
glr	101		
p	0,0014		

\* Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ );

\*\* Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ );

<sup>1</sup> RP = Redução no parasitismo comparado com a testemunha;

<sup>2</sup> Classes da IOBC/WPRS para teste de seletividade sobre *Trichogramma*: 1 = inócuo (< 30%), 2 = levemente nocivo (30-79%), 3 = moderadamente nocivo (80-99%) e 4 = nocivo (> 99%).

A redução do desempenho de *Trichogramma* causada por MANCOZEB já foi relatada (PRATISSOLI et al., 2010b; CARVALHO et al., 2012). A diferença observada para os fungicidas compostos por MANCOZEB pode estar associada à concentração do ingrediente ativo no produto, visto que eles diferem quanto à classe toxicológica (Tabela 5). Apesar da menor concentração de MANCOZEB no fungicida DIMETOMORPH + MANCOZEB em relação ao fungicida MANCOZEB, a ação

negativa foi intensificada pela associação com o DIMETOMORPH. A redução no parasitismo de 48,45% observada para MACOZEB e OXICLORETO DE COBRE associados é superior à relatada por Giolo et al. (2007) que não observaram redução no parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella*. Tal diferença, possivelmente, deve estar associada a características intrínsecas das linhagens em estudo, visto que populações diferentes podem possuir maior ou menor grau de adaptação a agentes estressores, como agrotóxicos.

Com relação ao parâmetro percentual de emergência, houve interação entre os fatores Fungicida e Hospedeiro ( $F=5,571$ ;  $glr=101$ ;  $p=0,0014$ ), oscilando entre 92,26 e 100% de emergência (Tabela 7). Analisando os desdobramentos do fator Fungicidas dentro dos níveis do fator Hospedeiro, o fungicida MANCOZEB apresenta o menor percentual de emergência dos descendentes de *T. pretiosum* para o hospedeiro *A. kuehniella* (92,26%), enquanto que para o hospedeiro *H. zea* a menor emergência ocorre para o tratamento DIMETOMORPH + MANCOZEB (91,67%). Ao analisar o desdobramento dos níveis do fator Hospedeiro dentro dos níveis do fator Fungicidas, observa-se diferença somente para os tratamentos DIMETOMORPH + MANCOZEB, ACIBENZOLAR-S-METHYL e MANCOZEB. Apesar da diferença observada, o percentual de emergência é superior a 91% para todas as combinações Fungicidas x Hospedeiro. Da mesma forma, a ausência de reduções expressivas no percentual de emergência dos descendentes do parasitoide também foram reportado por outros autores (CARMO et al. 2010; CARVALHO et al. 2012; PRATISSOLI et al. 2010b), o que indica que esta variável sofre pouca ou nenhuma influência de fungicidas.

#### **4.4 CONCLUSÃO**

A seletividade dos inseticidas testados é diferenciada em função do hospedeiro em estudo, enquanto que para os fungicidas isso não ocorre.

Os resultados de seletividade são influenciados pelo hospedeiro, fato que implica na necessidade da utilização de espécimes-alvo na realização desses testes.

#### 4.5 REFERENCIAS

ALMEIDA, G. D.; ZANUNCIO, J. C.; PRATISSOLI, D.; ANDRADE, G. S.; CECON, P. R.; SERRÃO, J. E. Effect of azadirachtin on the control of *Anticarsia gemmatalis* and its impact on *Trichogramma pretiosum*. **Phytoparasitica**, v. 38, p. 413-419, 2010.

ALVES, F.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; ZANUNCIO JUNIOR, J.S.; HOLTZ, A.M.; VIANNA, U.R. Manejo fitossanitário de doenças e pragas: novas perspectivas. In: JESUS JUNIOR, W.C.; POLANCZYK, R.A.; PRATISSOLI, D.; PEZZOPANE, J.E.M.; SANTIAGO, T. (Eds.). **Atualidades em defesa fitossanitária**. Alegre, Universidade de Federal do Espírito Santo, cap. 13, p. 383-416, 2007.

BESTETE, L.R; PRATISSOLI, D.; QUEIROZ, V.T. de; CELESTINO, F.N; MACHADO, L.C Toxicidade de óleo de mamona a *Helicoverpa zea* e a *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.46, n.8, p.791-797, 2011.

CARMO, E.L. do; 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). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 283-290, 2010.

CARVALHO, G. A.; GODOY, M. S.; PARREIRA, D. S.; REZENDE, D. T. Effect of chemical insecticides used in tomato crops on immature *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Colombiana de Entomología** 36 (1): 10-15 (2010).

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

CARVALHO, J. R.; PRATISSOLI, D.; PAES, J. P. P.; ZUIM, V.; STINGUEL, P. SELETIVIDADE DE FUNGICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DO TOMATEIRO (*Lycopersicum esculentum*, MILL.) A *Trichogramma pretiosum*. **Nucleus** (Ituverava. Online), v. 9, p. 1-8, 2012.

CZEPAK, C.; FERNANDES, P.M.; ALBERNAZ, K.C.; RODRIGUES, O.D.; SILVA, L.M; SILVA, E.A.; TAKATSUKA, F.T.; BORGES, J.D. Seletividade de inseticidas ao complexo de inimigos naturais na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.2, p.123-127, 2005.

FERREIRA, D.F. **SISVAR**: versão 5.1. Lavras: UFLA, 2003.

GIOLO, F. P.; GRÜTZMACHER, A. D.; MANZONI, C. G.; LIMA, C. A. B. NÖRNBERG, S. D. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do pessegueiro sobre adultos de *Trichogramma pretiosum*. **Bragantia**, v. 66, p.423-431, 2007.

GOULART, R.M.; BORTOLI, S.A.; THULER, de, R.T.; D. PRATISSOLI; VIANA, C.L.T.P.; H.X.L. VOLPE. Avaliação da seletividade de inseticidas a *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Arquivos Instituto Biológico**, v.75, n.1, p.69-77, jan./mar., 2008.

HASSAN, S.A.; HAFES, H.; DEGRANDE, P.E.; HERAI, H. The side effects of pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma caecoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae), acute dose-response and persistence tests. **Journal of Applied Entomology**, v. 122, n. 9-10, p. 569-573, 1998.

HASSAN, S.A.; HALSALL, N.; GRAY, A.P.; KUEHNER, C.; MOLL, M.; BAKKER, F.M.; ROEMBKE, J.; YOUSEF, A.; NASR, F.; ABDELGADER, H. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma caecoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M.P.; BLÜMEL, S.; FORSTER, R.; BAKKER, F.M.; GRIMM, C.; HASSAN, S.A.; HEIMBACH, U.; MEAD-BRIGGS, M.A.; REBER, B.; SCHMUCK, R.; VOGT, H. (Eds.). **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. IOBC/ WPRS, Gent. p. 107-119, 2000.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 7-15, 2007.

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

PRATISSOLI, D.; DALVI, L. P.; POLANCZYK, R. A.; ANDRADE, G. S.; HOLTZ, A. M.; NICOLINE, H. O. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Anagasta kuehniella* e *Sitotroga cerealella*. **Idésia**, v. 28, n. 1, p. 39-42, 2010a.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M.J.; HOLTZ, A.M.; GONÇALVES, J.R.; CHIORAMITAL, A.B.; ZAGO, H. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 73-76, 2002.

PRATISSOLI, D.; MILANEZ, A. M.; BARBOSA, W. F.; CELESTINO, F. N.; ANDRADE, G. S.; POLANCZYK, R. A. SIDE EFFECTS OF FUNGICIDES USED IN CUCURBITACEOUS CROP ON *Trichogramma atopovirilia* OATMAN & PLATNER

(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 70, n. 2, p. 323-327, 2010b.

PRATISSOLI, D.; MILANEZ, A. M.; CELESTINO, F. N.; BARBOSA, W. F.; VIANNA, U. R.; POLANCZYK, R. A.; ZINGER, F. D.; CARVALHO J. R. de. Seletividade de inseticidas, recomendados para cucurbitáceas para *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Revista Ceres**, v. 58, n.5, p. 661-664, set/out, 2011.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; FURTADO, G. O.; ZANUNCIO, J. C.; POLANCZYK, R. A.; BARBOSA, W. F.; CARVALHO, J. R. Seletividade de inseticidas a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 35, n. 3, p. 347-353, 2009.

RUSSELL, J. E.; STOUTHAMER, R. Sex Ratio Modulators of Egg Parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. (Eds.) **Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma***. Springer, Piracicaba, p. 167-190, 2010.

SCHOLZ B.C.G., ZALUCKI M.P. 2000. The effects of two new insecticides on the survival of adult *Trichogramma pretiosum* Riley in sweet corn. In: Austin A, Downton M, editors. **Hymenoptera: Evolution, Biodiversity and Biological Control**. Canberra, Australia: CSIRO Pubs. p. 381-387.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, v.24, p.79-92, 2003.

TROUGAKOS, I.; MARGARITIS, L. 2002. Novel morphological and Physiological Aspects of insect eggs. p. 3-36. In: HILKER M.; MEINERS, T. (Eds.). **Chemoecology of insect eggs and egg deposition**. Blackwell Publishing Ltd., Berlin, Germany.

VINSON, S. B. 1997. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoide de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, 67-120. In: PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A. (eds.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, 324pp.

WAJNBERG, E. Genetics of the Behavioral Ecology of Egg Parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. (Eds.) **Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma***. Springer, Piracicaba, p. 149-166, 2010.

ZANUNCIO, T.V., SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C. Permethrin-induced hormesis on the predator *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). **Crop Protection**. v. 22, p. 941-947, 2003.