



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

**CAMILA SANTOS TEIXEIRA**

***Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE):  
DESENVOLVIMENTO EM OVOS DE POPULAÇÕES RESISTENTES DE *Plutella*  
*xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) E SELETIVIDADE À PRODUTOS  
FITOSSANITÁRIOS ISOLADAMENTE OU EM MISTURAS COMPATÍVEIS**

**FORTALEZA**

**2020**

CAMILA SANTOS TEIXEIRA

*Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE):  
DESENVOLVIMENTO EM OVOS DE POPULAÇÕES RESISTENTES DE *Plutella*  
*xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) E SELETIVIDADE À PRODUTOS  
FITOSSANITÁRIOS ISOLADAMENTE OU EM MISTURAS COMPATÍVEIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de *Magister Scientiae* em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Orientador: Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.*  
Coorientadora: Marianne Gonçalves Barbosa, *D. Sc.*

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- T265t Teixeira, Camila Santos.  
Trichogramma pretiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae): desenvolvimento em ovos de populações resistentes de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) e seletividade à produtos fitossanitários isoladamente ou em misturas compatíveis / Camila Santos Teixeira. – 2020.  
69 f. : il.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2020.  
Orientação: Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori.  
Coorientação: Profa. Dra. Marianne Gonçalves Barbosa.
1. Resistência à inseticidas. 2. Parasitoide de ovos. 3. Controle biológico. 4. Produtos fitossanitários. 5. Seletividade. I. Título.
- 

CDD 630

CAMILA SANTOS TEIXEIRA

*Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE):  
DESENVOLVIMENTO EM OVOS DE POPULAÇÕES RESISTENTES DE *Plutella*  
*xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) E SELETIVIDADE À PRODUTOS  
FITOSSANITÁRIOS ISOLADAMENTE OU EM MISTURAS COMPATÍVEIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de *Magister Scientiae* em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Aprovada em: 28/02/2020.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.* (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Marianne Gonçalves Barbosa, *D. Sc.* (Coorientadora)  
IN Soluções Biológicas LTDA (IN)

---

Antônio César Silva Lima, *D. Sc.*  
Universidade Federal de Roraima (UFRR)

---

João Gutemberg Leite Moraes, *D. Sc.*  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

A Deus.

Aos meus pais, Alecimar e Maria Neuma.

A minha irmã Lais.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por se fazer presente em todos os momentos, por guiar meus passos. A Ele toda honra e toda glória.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia) pela oportunidade de cursar o Mestrado.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão da bolsa.

Ao prof. Patrik Luiz Pastori, pela orientação, oportunidade, ensinamentos, conselhos e amizade. Serei sempre grata.

Aos membros da banca examinadora, pelo tempo dedicado para a revisão e correção do trabalho, e pelas valiosas contribuições.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), pelo conhecimento transmitido.

Aos meus pais, Alecimar Teixeira e Maria Neuma da Silva Santos Teixeira por todo amor incondicional, pelo apoio e orações, por sempre acreditar e incentivar meus sonhos, por serem minha base.

A minha irmã Lais Santos Teixeira, por seu amor maior, pelos conselhos, por sempre me ouvir quando preciso, por todo seu apoio.

A minha família, em especial aos meus avós paternos, Claudina Boone e Sebastião D'ávilla Teixeira (*in memorian*), e avós maternos, Maria Ribeiro da Silva e Gerson Araújo dos Santos, por suas orações e pela torcida, e por sempre se fazerem presentes mesmo com a distância.

Às minhas tias Cida e Bete e aos meus tios Ricardo e Fernando, pelas energias positivas e orações, e pela torcida.

Às minhas primas-irmãs Raine e Miqueline, pela amizade e torcida.

Aos meus pequenos Henrique e Otávio, e à pequena Sophia, por serem amor e manterem viva a minha criança interior.

Ao meu namorado, Davi Ribeiro dos Santos, por seu amor, paciência, amizade, companheirismo e por se tornar entomologista nas horas vagas.

A minhas amigas Marianne Gonçalves Barbosa e Cristiane Ramos Coutinho, por serem anjos em minha vida, pela amizade, pelos ensinamentos, por toda ajuda e pelos momentos de descontração. Vocês moram em meu coração.

A minha amiga Elaine Facco Celin, por sua amizade e apoio. Meu carinho por você.

Aos meus amigos do Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA), por se tornarem família e tornar meus dias melhores. Minha gratidão a vocês: Adson, Alricélia, Caio, Carlos, Daniel, Débora, Edilaine, Karol, Thais Mota, Thais Paz e minha sobrinha Yasmin, Raimundo Henrique, Ruan e aos egressos: Kássio, Laura, Lorena, Sabrina, Suyanne, Alice, Roberta e Dalila.

Aos meus amigos da Matemática: Edilson, Jane, Denise, Diego, Nino, Kristian, Gadelha, Daniele, Wesley, Wanderley, pela amizade, torcida, e por me lembrar que existe vida fora da UFC.

Aos meus amigos da IN Soluções Biológicas LTDA, pela amizade, pela ajuda, pelas horas de conversa no intervalo do almoço, por todos os sorrisos de alegria que demos juntos.

Aos meus amigos do PPGAF: Jéssica, Benedito, Jhony, Poliana e Vinícius, pelos momentos compartilhados ao longo dessa caminhada.

A minha amiga da UFES: Chansislayne, por todos nossos momentos, amizade, memes e pela torcida.

Aos meus amigos da Cooperativa: Neto, Lorena e Eliane, pela amizade de sempre pra sempre, pelas nossas imitações de RBD e pela nossa alegria compartilhada.

A todos que de alguma forma contribuíram para este trabalho, muito obrigada!

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais  
voltará ao seu tamanho original.”

*Albert Einstein.*

## RESUMO

A integração entre métodos de controle exige conhecimento sobre diferentes aspectos da bioecologia dos organismos envolvidos. Objetivou-se avaliar o desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) provenientes de populações resistentes à inseticidas bem como avaliar a compatibilidade de diferentes produtos fitossanitários em mistura e sua seletividade ao parasitoide. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA-UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. Nos ensaios com *P. xylostella*, cartelas contendo seis ovos de cinco populações (SUS, D-Delta, D-Bt, D-controle, D-rotação) com até 24 horas de idade foram inseridas em tubos de vidro (8,5 × 2,5 cm) contendo uma fêmea recém-emergida de *T. pretiosum* e mantidos à 25 ± 2°C, 70 ± 10% de U.R. e fotofase de 12 horas até a emergência dos adultos. Os principais parâmetros biológicos relacionados ao parasitoide foram avaliados. Para o primeiro teste de mistura de produtos fitossanitários foram preparadas caldas contendo: Clorantraniliprole, metaflumizona, *Bacillus thuringiensis*, tiametoxam, espinosade, cyantraniliprole, imidacloprido, clorfenapir, e tebuconazol + trifloxistrobina na dose recomendada pelo fabricante. Foi utilizada água destilada com pH 6,0 na testemunha e no preparo das caldas. No segundo teste, foram confeccionadas cartelas contendo 10 ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) com até 24 horas de idade, imersas por 5 segundos nas caldas individuais e nas misturas (M1= clorantraniliprole + metaflumizona + Bt; e M2= clorantraniliprole + clorfenapir + Bt) e, em água destilada (testemunha), sendo inseridas em tubos de vidro contendo uma fêmea de *T. pretiosum* por 24 horas, caracterizando o pré-parasitismo. Para os testes pós-parasitismo, a imersão das cartelas nas caldas foi realizada 24 e 168 h após o parasitismo. *T. pretiosum* foi capaz de se desenvolver em ovos de populações resistentes de *P. xylostella* apresentando parasitismo acima de 65%. As misturas não apresentaram alteração física significativa, mas formulações WG sedimentam após 10 minutos. A mistura M1 apresentou seletividade à *T. pretiosum* no teste pós-parasitismo, nas fases ovo e pupa, sendo considerados inócuos. Clorantraniliprole e metaflumizona são inócuos (seletivos) à *T. pretiosum*. O número de parasitoides por ovo e a razão sexual de *T. pretiosum* não foram alterados pela aplicação dos produtos fitossanitários isoladamente ou em mistura.

**Palavras-chave:** Resistência à inseticidas. Parasitoide de ovos. Controle biológico. Produtos fitossanitários. Seletividade.

## ABSTRACT

The control integration methods demands knowledge about different aspects of bioecology of the involved organisms. The objective was to evaluate the performance of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) over *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) eggs from insecticide resistant populations as well as evaluate the different phytosanitary products in mixture and its selectivity to parasitoids. The experiment was conducted in “Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA - UFC)”, Fortaleza, Ceará State, Brazil. In essays with *P. xylostella*, cards containing six eggs of five populations (SUS, D-Delta, D-Bt, D-controle, D-rotação) up to 24 hours old were inserted in glass tubes (8,5 x 2,5 cm) containing one just emerged female of *T. pretiosum* and kept at  $25 \pm 2^\circ \text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  R.M. and 12 hours photophase until adults emergence. The main biological parameters related to the parasitoid were evaluated. For the first phytosanitary products mixture test were prepared spray solutions containing: Chlorantraniliprole, metaflumizone, *Bacillus thuringiensis*, thiamethoxam, espinosade, cyantraniliprole, imidacloprid, chlorfenapyr and tebuconazole + trifloxystrobin with the manufacturer recommended dose. It utilized distilled water with pH 6,0 in the control and in spray solutions' preparation. In the second test, it was made cards containing 10 eggs from *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) up to 24 hours old, immersed for 5 seconds in the individual spray solutions and in the mixtures (M1= chlorantraniliprole + metaflumizone + Bt; and M2= chlorantraniliprole + chlorfenapyr + Bt), and in distilled water (control), been inserted in glass tubes containing one *T. pretiosum* female for 24 hours, characterizing pre-parasitism. For post-parasitism tests, cards immersion in the spray solutions were realized 24 and 168 h after parasitism. *T. pretiosum* was capable of developing in resistant populations' eggs of *P. xylostella* showing parasitism over 65%. The mixtures did not show physical alterations, but WG formulations sedimented after 10 minutes. The mixture M1 showed selectivity to *T. pretiosum* in the post-parasitism test, in egg and pupae phases, it was considered innocuous. Chlorantraniliprole and metaflumizone were innocuous (selectives) to *T. pretiosum*. The parasitoids' number per egg and sexual ratio of *T. pretiosum* were not altered for the phytosanitary products applications singly or in mixture.

**Keywords:** Insecticides resistance. Eggs parasitoids. Biological control. Phytosanitary products. Selectivity.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parasitismo (%); emergência (%); número de adultos emergidos por ovo; longevidade (Dias); razão sexual de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) linhagem “Guaraciaba” em ovos de cinco populações de <i>Plutella xylostella</i> (Lepidoptera: Plutellidae), em teste sem chance de escolha .....	26
Tabela 2 – Produtos químicos e biológicos empregados no cultivo de brássicas utilizados nos bioensaios .....	40
Tabela 3 – Grau de estabilidade de misturas ao longo do tempo .....	40
Tabela 4 – Grau de estabilidade física de misturas de produtos fitossanitários para cultivos de brássicas na presença ou ausência do adjuvante Triton® .....	44
Tabela 5 – Parasitismo (%), emergência (%) e percentual de redução do parasitismo (RP) e da emergência (RE) de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) tratados com produtos fitossanitários em teste de seletividade .....	46
Tabela 6 – Número de adultos emergidos por ovo e razão sexual de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> (Lepidoptera: Pyralidae) tratados com produtos fitossanitários em teste de seletividade .....	47

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL .....	12
2	POPULAÇÕES DE <i>Plutella xylostella</i> (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) RESISTENTES À INSETICIDAS PODEM AFETAR <i>Trichogramma pretiosum</i> (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)? .....	19
2.1	Introdução .....	21
2.2	Material e métodos .....	22
2.2.1	<i>Local de realização dos experimentos</i> .....	22
2.2.2	<i>Criação de <u>P. xylostella</u></i> .....	22
2.2.3	<i>Criação de <u>Anagasta kuehniella</u></i> .....	23
2.2.4	<i>Criação de <u>T. pretiosum</u></i> .....	23
2.2.5	<i>Bioensaio</i> .....	24
2.2.6	<i>Análises estatísticas</i> .....	25
2.3	Resultados .....	25
2.4	Discussão.....	27
2.5	Conclusão .....	28
3	COMPATIBILIDADE DE MISTURAS DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS E SUA SELETIVIDADE SOBRE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) .....	34
3.1	Introdução .....	37
3.2	Material e métodos .....	38
3.2.1	<i>Local de realização dos experimentos</i> .....	38
3.2.2	<i>Criação de <u>Anagasta kuehniella</u></i> .....	38
3.2.3	<i>Criação de <u>T. pretiosum</u></i> .....	39
3.2.4	<i>Bioensaio de compatibilidade física de misturas de produtos fitossanitários ..</i>	39
3.2.5	<i>Análises estatísticas</i> .....	41
3.2.6	<i>Bioensaio de seletividade de misturas de produtos fitossanitários à <u>T. pretiosum</u></i> .....	41
3.2.7	<i>Análises estatísticas</i> .....	42
3.3	Resultados .....	43
3.3.1	<i>Bioensaio de compatibilidade física de misturas de produtos fitossanitários .</i>	43

3.3.2	<i>Bioensaio de seletividade</i> .....	45
3.4	<b>Discussão</b> .....	48
3.5	<b>Conclusões</b> .....	51
4	<b>CONCLUSÕES FINAIS</b> .....	58
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	59
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	60

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de hortaliças como as brássicas, com destaque para couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) e repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é de grande importância para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil, sendo responsável pelo suporte na alimentação, fornecendo vitaminas e sais minerais além da questão econômica, com a produção estimada em aproximadamente 8,1 milhões de toneladas. Deste total, o Estado do Ceará é responsável por cerca de 144 mil toneladas em cerca de 1.000 ha plantados especialmente na região da Serra da Ibiapaba, devido ao clima ameno e maior índice pluviométrico (CAMPBELL et al., 2012; IBGE, 2017; MELO et al., 2017).

Devido à presença de alimento abundante e ambiente favorável, há ocorrência de pragas e de doenças durante todo o ciclo dos cultivos, acontecendo simultaneamente em campo. No contexto das pragas, ganha destaque a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) que é uma praga-chave e, vem causando danos econômicos que podem chegar a 100%, uma vez que apresenta curto ciclo de vida e alta capacidade reprodutiva (ZHANG et al., 2012; MACHADO et al., 2015; IRAC, 2016).

O controle de pragas e de doenças é comumente realizado com o uso de produtos químicos, uma vez que estes têm rápido efeito (GRZYWACZ et al., 2010). Em busca de otimizar o tempo e a mão-de-obra, é comum que sejam aplicados mais de um produto ao mesmo tempo, sendo esta prática realizada na maioria das propriedades agrícolas do país. Assim, é importante gerar informações sobre a viabilidade e a compatibilidade de misturas, bem como conhecer o modo de ação desses produtos e definir a necessidade ou não de rotacioná-los (ONSTAD, 2008; PETTER et al., 2012; GAZZIERO, 2015).

A falta de informações e definições sobre o uso de misturas favorece a ocorrência de problemas de compatibilidade como o antagonismo ou então o desconhecimento dos efeitos positivos como o sinergismo e o efeito aditivo por meio da interação entre os diferentes produtos. No caso de antagonismo, reações físicas como precipitação e floculação podem afetar negativamente no funcionamento das moléculas e danificar os equipamentos utilizados (NASH, 1967; GAZZIERO; SOUZA, 1993; TREZZI, 2005; SILVA et al., 2007). A compatibilidade física é a primeira etapa de interação entre produtos em mistura, sendo um indicativo da estabilidade da calda e da sua interação química. Os efeitos de incompatibilidade podem também serem causados pelos ingredientes inertes utilizados na formulação dos químicos (PETTER et al., 2012, 2013).

O uso abusivo e errôneo do controle químico em conjunto ou individualmente tem sido responsável pelo aumento dos relatos de casos de resistência. A exemplo, *P. xylostella*, um dos insetos-praga que apresenta maior número de ocorrências de populações resistentes, tendo sido inclusive, um dos primeiros insetos a apresentar população resistente ao dicloro-difenil-tricloroetano (DDT). Suas populações espalhadas pelo mundo apresentam 872 relatos a mais de 95 princípios ativos, o que torna difícil seu controle, além de elevar os custos de produção e reduzir o tempo de vida útil desses produtos no mercado (ANKERSMIT, 1953; ZALUCKI et al., 2012; FURLONG et al., 2013; APRD, 2020). Como exemplo de sua alta capacidade de desenvolver resistência, existem populações de *P. xylostella* resistentes ao clorantraniliplore, que pertence a “mais” nova classe química das diamidas antranílicas, e ao bioinseticida *Bacillus thuringiensis* Berliner (*Bt*) (TABASHNIK et al., 1990; WANG; WU, 2012; ZAGO et al., 2014).

Para tentar reverter esse cenário, podem ser adotadas diferentes estratégias visando o controle de *P. xylostella*. Assim, o monitoramento e o manejo da resistência vêm sendo desenvolvidos e, estão sendo testados, tendo como importante aliado às premissas do manejo integrado de pragas (MIP). Portanto estão sendo implementados diferentes métodos de controle como alternativo (extratos botânicos), uso de variedades resistentes, biológico com o uso de inimigos naturais como *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), comportamental (feromônios) e ainda com práticas de manejo cultural (STERN et al., 1959; CAO et al., 2008; MEIRA et al., 2011; PERES et al., 2017; TRAN et al., 2017; YI et al., 2017; SOUZA et al., 2019).

O controle biológico utilizando inimigos naturais do gênero *Trichogramma* spp. vem ganhando destaque pois esses agentes realizam o parasitismo de ovos de diversos insetos-praga inviabilizando assim a emergência de suas larvas/lagartas e consequente o dano que seria causado pelas mesmas. *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é a espécie parasitoide mais utilizada em programas de controle de pragas, sendo capaz de parasitar mais de 200 espécies de lepidópteros-praga, além de boa adaptação aos diferentes ambientes (especialmente aqueles encontrados nas regiões brasileiras) e, alto índice de parasitismo (PEREIRA et al., 2004; QUERINO et al., 2016; 2017; OLIVEIRA et al., 2020).

Para garantir o sucesso da implementação do controle biológico e evitar problemas causados por falta de planejamento, liberação insuficiente de parasitoides, tecnologia de aplicação inadequada, predação e competição de inimigos naturais de outras espécies e, uso de produtos não seletivos, bem como presença de populações da praga resistentes responsáveis por falhas no programa de controle é de suma importância conhecer possíveis causas de

interferência no processo de parasitismo (PARRA; ZUCCHI, 1997; NAVARRO; MARCANO, 1999; FIGUEIREDO et al., 2015).

O processo de desenvolvimento de resistência dos insetos à determinado princípio ativo exige custo adaptativo em níveis de energia metabólica para aqueles indivíduos da população que a desenvolvem, provocando desvantagem quando esses se encontram em locais onde não existe a aplicação do produto químico (GOULD, 1998; COUSTAU et al., 2000). A maioria dos custos acaba sendo relacionada à biologia e à reprodução dos insetos nessa situação, uma vez que esses indivíduos podem reduzir a taxa de sobrevivência e de fertilidade, tornando-os menos competitivos quando comparados aos indivíduos de populações suscetíveis (GUSTAFSON et al., 2006; SAYYED et al., 2008; GASSMANN et al., 2009). Porém, não se sabe ao certo como e se os custos adaptativos podem afetar o processo de parasitismo por parasitoides. Assim, não existe clareza de informações se populações de insetos resistentes podem influenciar positiva ou negativamente a atividade e o desenvolvimento de parasitoides, favorecendo ou inibindo o reconhecimento do hospedeiro (DINGHA et al., 2004; GUEDES et al., 2006; LI et al., 2007).

Com isso, objetivou-se avaliar o desempenho de *T. pretiosum* sobre ovos provenientes de populações resistentes de *P. xylostella* e verificar se existe interferência nas características biológicas do parasitoide. Também objetivou-se avaliar a compatibilidade física de diferentes produtos fitossanitários em mistura e sua seletividade à *T. pretiosum*.

## REFERÊNCIAS

- ANKERSMIT, G. W. DDT - resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.) Lepidoptera in Java. **Bulletin of Entomological Research**, v. 44, n. 3, p. 421-425, 1953. DOI: 10.1017/S0007485300025530
- ARTHROPOD PESTICIDE RESISTANCE DATABASE (APRD) - **Michigan State University**. 2020. Disponível em: <http://www.pesticideresistance.org>. Acesso em: 13 de janeiro de 2020.
- CAMPBELL, B.; HAN, D.Y.; TRIGGS, C.M.; FRASER, A.G.; FERGUSON, L.R. Brassicaceae: nutrient analysis and investigation of tolerability in people with Crohn's disease in a New Zealand study. **Functional Foods in Health and Disease**, v. 1, n. 2, p. 460-486, 2012.
- CAO, J.; SHELTON, A.; EARLE, E. Sequential transformation to pyramid two *Bt* genes in vegetable Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and its potential for control of diamondback moth larvae. **Plant Cell Reports**, v. 27, n. 3, p. 479-487, 2008. DOI: 10.1007/s00299-007-0473-x
- COUSTAU, C.; CHEVILLON, C.; FFRENCH-CONSTANT, R. Resistance to xenobiotics and parasites: can we count the cost? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, n. 9, p. 378-383, 2000. DOI: 10.1016/S0169-5347(00)01929-7
- DINGHA, B.N.; MOAR, W.J.; APPEL, A.G. Effects of *Bacillus thuringiensis* Cry1C toxin on the metabolic rate of Cry1C resistant and susceptible *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). **Physiological Entomology**, v. 29, n. 5, p. 409-418, 2004. DOI: 10.1111/j.0307-6962.2004.00409.x
- FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I.; SILVA, R.B.; FOSTER, J.E. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, n. 3, p. 1175-1183, 2015. DOI: 10.1007/s13593-015-0312-3
- FURLONG, M.J.; WRIGHT, D.J.; DOSDALL, L.M. Diamondback moth ecology and management: Problems, progress, and prospects. **Annual Review of Entomology**, v. 58, n. 1, p. 517-541, 2013. DOI: 10.1146/annurev-ento-120811-153605
- GASSMANN, A.J.; CARRIÈRE, Y.; TABASHNIK, B.E. Fitness costs of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual Review of Entomology**, v. 54, n. 1, p. 147-163, 2009. DOI: 10.1146/annurev.ento.54.110807.090518
- GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v 33, n. 1, p. 83-92, 2015. DOI: 10.1590/S0100-83582015000100010
- GAZZIERO, D.L.P.; SOUZA, I.F. Manejo integrado de plantas daninhas. In: ARANTES, N.E. et al. (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, p. 183-208, 1993.
- GOULD, F. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. **Annual Review of Entomology**, v. 43, n. 1, p. 701-726, 1998. DOI:

10.1146/annurev.ento.43.1.701

GRZYWACZ, D.; ROSSBACH, A.; RAUF, A.; RUSSELL, D.A.; SRINIVASAN, R.; SHELTON, A.M. Current control methods for diamondback moth and other *Brassica* insect pests and the prospects for improved management with lepidopteran-resistant *Bt* vegetable brassicas in Asia and Africa. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 68-79, 2010. DOI: 10.1016/j.cropro.2009.08.009

GUEDES, R.N.C.; OLIVEIRA, E.E.; GUEDES, N.M.P.; RIBEIRO, B.; SERRÃO, J.E. Cost and mitigation of insecticide resistance in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. **Physiological Entomology**, v. 31, n. 1, p. 30-38, 2006. DOI: 10.1111/j.1365-3032.2005.00479.x

GUSTAFSON, D.I.; HEAD, G.P.; CAPRIO, M.A. Modeling the impact of alternative hosts on *Helicoverpa zea* adaptation to Bollgard cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n. 6, p. 2116-2124, 2006. DOI: 10.1603/0022-0493-99.6.2116

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário. **Quantidade produzida na horticultura**. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6954#resultado>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2020.

IRAC-BR. Comitê Brasileiro de Ação à resistência a inseticidas. 2016. Disponível em: <http://www.illac-br.org/#!Traçadascrucíferas-consegue-detectar-a-presença-de-inseticidas-na-planta/csfb/56e9a0390cf2d686649c7abd>. Acesso em 16 de janeiro de 2020.

LI, X.; SCHULER, M.A.; BERENBAUM, M.R. Molecular mechanisms of metabolic resistance to synthetic and natural xenobiotics. **Annual Review of Entomology**, v. 52, n. 1, p. 231-253, 2007. DOI: 10.1146/annurev.ento.51.110104.151104

MACHADO, L.C.; RONDELLI, V.M.; CELESTINO, F.N.; HOLTZ, A.M.; VIEIRA, L.P. Brássicas. In: HOLTZ, A.M.; RONDELLI, V.M.; CELESTINO, F.N.; BETESTE, L.R.; CARVALHO, J.R. de. **Pragas das brássicas**. Colatina, ES: IFES, 2015.

MELO, R.D.C., VENDRAME, L.D.C., MADEIRA, N., BLIND, A.; VILELA, N. Caracterização e diagnóstico de cadeia produtiva de brássicas nas principais regiões produtoras brasileiras. **Embrapa Hortaliças-Documentos (INFOTECA-E)**, 157, Brasília, DF, 2017.

MEIRA, A.L.; PRATISSOLI, D.; DE SOUZA, L.P.; STURM, G. Selection of *Trichogramma* sp. species parasitizing eggs of diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 1-8, 2011.

NASH, R.G. Phytotoxic pesticide interactions in soil. **Agronomy Journal**, v. 59, n. 3, p. 227-230, 1967.

NAVARRO, R.; MARCANO, R. 1999. Preferência de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. atopovirilia* Oatman y Platner por huevos de *Helicoverpa zea* (Boddie) de diferentes edades. **Boletín de Entomología Venezolana**, v. 14, p. 87-93, 1999.

OLIVEIRA, R.C.M.; PASTORI, P.L.; COUTINHO, C.R.; JUVENAL, S.O.; AGUIAR, C.V.S. Natural parasitism of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in

*Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs on tomato (Solanales: Solanaceae) in the Northeast region, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, n. 2, p. 474-475, 2020. DOI: 10.1590/1519-6984.206676

ONSTAD, D.W. **Insect resistance management: Biology, economics and prediction**. Academic Press, London, UK, 301p., 2008.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba. **FEALQ**, p. 121-150. 324 p., 1997.

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; DE ALMEIDA, F.A.; ALCÂNTARA NETO, F.; PACHEDO, L.P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 2, p. 129-138, 2013.

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; PACHECO, L.P.; DE ALMEIDA, F.A.; ALCÂNTARA NETO, F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012. DOI: 10.1590/S0100-83582012000200025

PEREIRA, F.F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D. Desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1669-1674, 2004. DOI: 10.1590/S0103-84782004000600001

PERES, L.; SOBREIRO, A.; COUTO, I.; SILVA, R.; PEREIRA, F.; HEREDIA-VIEIRA, S.; CARDOSO, C.; MAUAD, M.; SCALON, S.; VERZA, S.; MUSSURY, R. Chemical compounds and bioactivity of aqueous extracts of *Alibertia spp.* in the control of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Insects**, v. 8, n. 4, p. 125-137, 2017. DOI: 10.3390/insects8040125

QUERINO, R.B., SILVA, N.N.P.; ZUCCHI, R.A. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North. **Ciência Rural**, v. 46, n. 9, p. 1521-1523, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20151352

QUERINO, R.B.; MENDES, J.V.; COSTA, V.A.; ZUCCHI, R. A. New species, notes and new records of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. **Zootaxa**, v. 4232, n. 1, p. 137-143, 2017. DOI: 10.11646/zootaxa.4232.1.11

SAYYED, A.H.; SAEED, S.; NOOR-UL-ANE, M.; CRICKMORE, N. Genetic, biochemical, and physiological characterization of spinosad resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 101, n. 5, p. 1658-1666, 2008. DOI: 10.1603/0022-0493(2008)101[1658:GBAPCO]2.0.CO;2

SILVA, J.F.; SILVA, J.F.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A. Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 367 p., 2007.

SOUZA, S.A.; COUTO, I.F.S.; PEREIRA, M.; CARDOSO, C.A.L.; SCALON, S.P.Q.; PEREIRA, F.F.; CARVALHO, E.M.; MUSSURY, R.M. Aqueous extracts of species of the genus *Campomanesia* (Myrtaceae) affect biological characteristics of *Plutella xylostella*

(Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 5, p. 20-28, 2019. DOI: 10.5539/jas.v11n5p334

STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, K.S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v. 29, p. 81-101, 1959.

TABASHNIK, B.E.; CUSHING, N.L.; FINSON, N.; JOHNSON, M.W. Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 83, n. 5, p. 1671-1676, 1990. DOI: 10.1093/jee/83.5.1671

TRAN, D.; DINH, C.T.; MINH, C.N. A study on the possibility to use pheromone traps to control the diamondback moth [*Plutella xylostella* (L.)]-a cabbage pest in Hanoi, Vietnam. **Nauka Przyroda Technologie**, v. 11, n. 2, p. 14, 2017.

TREZZI, M.M.; FELIPPI, C.L.; NUNES, A.L.; CARNIELETO, C.E.; FERREIRA, A.R.J. Eficácia de controle de plantas daninhas e toxicidade ao milho da mistura de foramsulfuron e Iodosulfuron isoladamente ou em associação com atrazine e/ou clorpirifós. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 653-659, 2005. DOI: 10.1590/S0100-83582005000400013.

YI, D.; FANG, Z.; YANG, L. Expression and inheritance of *Bt cry1Ia8* gene in transgenic cabbage to control *Plutella xylostella*. **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 533-538, 2017. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.07.052

WANG, X.; WU, Y. High levels of resistance to chlorantraniliprole evolved in field populations of *Plutella xylostella*. **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 3, p. 1019-1023, 2012. DOI: 10.1603/EC12059

ZAGO, H.B.; SIQUEIRA, A.H.; PEREIRA, E.J.G.; PICANÇO, M.C.; BARROS, R. Resistance and behavioural response of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations to *Bacillus thuringiensis* formulations. **Pest Management Science**, v. 70, n. 3, p. 488-495, 2014. DOI: 10.1002/ps.3600

ZALUCKI, M.P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; LIU, S.S.; FURLONG, M.J. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string? **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 4, p. 1115-1129, 2012. DOI: 10.1603/EC12107

ZHANG, P.J.; LÜ, Y.B.; ZALUCKI, M.P.; LIU, S.S. Relationship between adult oviposition preference and larval performance of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Journal of Pest Science**, v. 85, n. 2, p. 247-252, 2012. DOI: 10.1007/s10340-012-0425-2

## 2 POPULAÇÕES DE *Plutella xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) RESISTENTES À INSETICIDAS PODEM AFETAR *Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)?

### RESUMO

*Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) destaca-se como praga-chave em cultivos de brássicas. Para seu controle comumente utiliza-se inseticidas, porém essa espécie-praga tem adquirido resistência às moléculas utilizadas. Visando auxiliar no manejo da resistência, uma das estratégias de controle seria a utilização de inimigos naturais, destacando-se *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). No entanto, são escassas as informações sobre o desempenho desse parasitoide em populações da espécie-praga resistentes à inseticidas. Nesse contexto, o objetivo foi avaliar o desempenho de *T. pretiosum* em ovos de populações resistentes de *P. xylostella*. O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA-UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. Cartelas contendo seis ovos de uma das cinco populações (SUS, D-Delta, D-Bt, D-controle, D-rotação) de *P. xylostella* com até 24 horas de idade foram inseridas em tubos de vidro (8,5 × 2,5 cm) contendo uma fêmea recém-emergida de *T. pretiosum* por 24 horas e, posteriormente mantidos à 25 ± 2°C, 70 ± 10% UR e fotoperíodo de 12 horas até a emergência dos adultos. O parasitismo [(Número de ovos parasitados/número total de ovos) x 100]; a emergência [(Número de ovos escuros com orifício /número total de ovos parasitados) x 100]; a razão sexual [Número de fêmeas emergidas/ (Número de adultos)]; o número de parasitoides emergidos por ovo [(Número de parasitoides emergidos/número total de ovos parasitados) e a longevidade de machos e de fêmeas foram avaliados. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade. Não foi constatada diferença significativa para nenhum parâmetro biológico avaliado (p > 0,05) em comparação à testemunha. Assim, os resultados indicam que *T. pretiosum* é capaz de se desenvolver sobre ovos de populações resistentes de *P. xylostella*, apresentando parasitismo médio acima de 65% postulando-se como uma alternativa para o controle dessas populações resistentes à inseticidas.

**Palavras-chave:** Traça-das-crucíferas. Resistência à inseticidas. Controle biológico. Parasitoides.

## ABSTRACT

*Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) highlight as a key pest in brassica crops. For your control commonly insecticides are used, however this key pest is acquiring resistance to utilized molecules. Aiming to help in the resistance management, one of the control strategies would be the natural enemies' utilization, highlighting *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). However, lack information about the performance of this parasitoid in insecticide resistant populations of that pest species. In that context, the objective was to evaluate the performance of *T. pretiosum* in *P. xylostella* resistant populations' eggs. The experiment was conducted in "Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA - UFC)", Fortaleza, Ceará State, Brazil. Cards containing six eggs of one of the five populations (SUS, D-Delta, D-Bt, D-controle, D-rotação) of *P. xylostella* up to 24 hours old was inserted in glass tubes (8,5 x 2,5 cm) containing a just emerged *T. pretiosum* female for 24 hours and, posteriorly kept at  $25 \pm 2^\circ$  C,  $70 \pm 10\%$  R.M. and 12 hours photophase until adults' emergence. The parasitism [(Number of parasitized eggs / Total eggs number) x 100]; Emergence [(Number of dark eggs with hole / Number of total parasitized eggs) x100]; Sexual ratio [Number of emerged females / Number of adults]; Number of parasitoids emerged per egg [(Number of emerged parasitoids / Number of total parasitized eggs)] and the longevity of evaluated males and females. The experiment was installed in experimental design completely randomized with 20 replicates. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) with 5% probability. It was not verified significant differences for any evaluated biological parameters ( $p > 0,05$ ) in comparison to additional checks. Therefore, the results indicate that *T. pretiosum* is capable of developing over *P. xylostella* resistant populations' eggs, showing average parasitism over 65% postulating as an alternative for controlling those insecticide-resistant-populations.

**Keywords:** Diamondback moth. Insecticides resistance. Biological Control. Parasitoids.

## 2.1 Introdução

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) é uma praga voraz que causa danos econômicos, afetando diversos cultivos, especialmente crucíferas como couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Nessas culturas, as perdas podem atingir 100% da produção devido ao curto ciclo de vida e à alta capacidade reprodutiva da espécie-praga (ZHANG et al., 2012; IRAC, 2016).

O controle dessa praga em campo pode ser realizado com o uso de produtos químicos e biológicos, extratos botânicos, variedades resistentes, inimigos naturais como *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), semioquímicos como feromônios e ainda com práticas de manejo cultural (CAO et al., 2008; MEIRA et al., 2011; PERES et al., 2017; TRAN et al., 2017; YI et al., 2017; SOUZA et al., 2019), sendo o controle químico o mais utilizado devido ao seu rápido efeito (GRZYWACZ et al., 2010). Essa prática de utilização de uma única ferramenta, tem se tornado um entrave, uma vez que populações de *P. xylostella* vem apresentando resistência à muitos dos princípios ativos disponíveis no mercado, com relatos de resistência à maioria das classes de inseticidas existentes e também ao inseticida biológico *Bacillus thuringiensis* Berliner (*Bt*). São relatados 872 casos de resistência à 95 compostos, estando dentre esses, 15 dos 20 compostos permitidos para uso geral no Brasil, o que dificulta o controle eficaz da praga e também reduz a vida útil de moléculas comerciais (FURLONG et al., 2013; ZAGO et al., 2014; APRD, 2020; AGROFIT, 2020).

Diferentes estratégias a serem aplicadas visando o controle de *P. xylostella* por meio do monitoramento e do manejo da resistência vêm sendo desenvolvidas, testadas e aplicadas, tendo como aliadas as premissas do manejo integrado de pragas (MIP). A rotação de diferentes produtos químicos e modos de ação desses produtos, além da implementação de diferentes métodos de controle, tem sido utilizada como forma de “quebrar” a pressão de seleção (STERN et al., 1959; ONSTAD, 2008).

Nesse sentido podem ser utilizados inimigos naturais como *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que apresenta eficácia no controle de diversas pragas, inclusive *P. xylostella* (PARRA et al., 2002; CASTELO BRANCO et al., 2003; MEDEIROS et al., 2005; POLANCZYK, 2015). Esses parasitoides são encontrados em diversas regiões do Brasil (PEREIRA et al., 2004; QUERINO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2020), sendo facilmente multiplicados em laboratório com custo de produção viável (COELHO JÚNIOR et al., 2016; SIGSGAARD et al., 2017; LOPES et al., 2018), o que abre boas perspectivas para seu uso em programas de controle biológico.

O máximo controle da espécie-praga, realizado pelo parasitoide, é atingido quando todos os fatores que interferem no seu desenvolvimento são conhecidos. Assim, se algum fator comprometer a atividade de parasitismo, ocorrerão falhas no programa de controle da praga (NAVARRO; MARCANO, 1999).

O processo de seleção de indivíduos resistentes em uma população pode ter elevado custo adaptativo, gerando alterações fisiológicas e metabólicas, desviando energia para a “produção” de resistência (GOULD, 1998; COUSTAU et al., 2000; GUSTAFSON et al., 2006; GASSMANN et al., 2009). O custo adaptativo tem sido observado em populações resistentes de *S. frugiperda* e de *P. xylostella* (SILVA, 2004; SHEN et al., 2017), o que indica que ovos provenientes de fêmeas dessas populações podem sofrer alterações, diminuindo sua aceitação pelos parasitoides. Porém não são claras as informações sobre as possíveis interferências de populações de insetos resistentes à inseticidas na atividade dos parasitoides (DINGHA et al., 2004; GUEDES et al., 2006).

Objetivou-se, portanto, avaliar o desenvolvimento de *T. pretiosum* sobre ovos provenientes de populações resistentes de *P. xylostella*.

## **2.2 Material e métodos**

### ***2.2.1 Local de realização dos experimentos***

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil (3°44'34.17"S; 38°34'31.58"O) em sala sob condições controladas (25 ± 2°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotoperíodo de 12 horas). A população de *P. xylostella* considerada padrão de suscetibilidade (SUS) foi mantida em laboratório por mais de 20 gerações sem exposição à inseticidas. As populações resistentes utilizadas foram obtidas em biensaio anteriores por meio da exposição contínua aos inseticidas para manutenção da pressão de seleção nas seguintes dosagens: CL<sub>50</sub>= 174 ppm de Deltametrina, CL<sub>60</sub>= 0,7 ppm de Clorantroliprole, CL<sub>60</sub>= 200 ppm de Metafluzimona e CL<sub>60</sub>= 0,07 ppm de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) Berliner (Eubacteriales: Bacillaceae) (BARBOSA, 2019).

### ***2.2.2 Criação de P. xylostella***

Cerca de 200 lagartas foram coletadas em plantios comerciais de brássicas na região da Serra da Ibiapaba, Estado do Ceará e, acondicionadas em recipientes plásticos contendo parte

do material vegetal. No laboratório, as lagartas foram mantidas em bandejas plásticas (10 × 20 × 30 cm) contendo folhas de couve-chinesa *Brassica pekinensis* (Lou.) Rupr., até a formação das pupas. As pupas obtidas foram coletadas e transferidas para gaiolas (60,0 × 60,0 cm) onde ocorreu a emergência dos adultos. Os adultos foram mantidos nas gaiolas contendo uma planta de couve-chinesa com 7-8 folhas e uma fonte de alimento (20% p/v de solução aquosa de mel). As plantas foram expostas aos adultos por 24 h e então substituídas. Após o período de oviposição, as plantas foram cortadas rente ao colo, identificadas e transferidas para uma caixa plástica (10 × 20 × 30 cm) e coberta com novas folhas de couve-chinesa. Quando necessário as folhas secas foram removidas e substituídas por folhas frescas até obtenção das pupas (BARROS; VENDRAMIN, 1999).

### **2.2.3 Criação de Anagasta kuehniella (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)**

Foi utilizada metodologia de criação proposta por Parra *et al.* (1989) e adaptada para as condições do LEA. Cerca de 0,4 gramas de ovos da mariposa foram distribuídos aleatoriamente em bandejas plásticas (30 × 22 × 10 cm) contendo 1 Kg de dieta a base de farinha de trigo integral (97%) e levedura de cerveja (3%). Fitas de papelão corrugado foram colocadas no interior de bandejas plásticas. Diariamente os adultos emergidos foram coletados com aspirador de pó adaptado e acondicionados em tubos de PVC (15 de diâmetro × 25 cm de altura) com as extremidades fechadas com tecido *voil*. Uma placa de Petri (18,5 × 3,0 cm) foi inserida na base dos tubos para coleta dos ovos. Diariamente foi realizada a coleta de ovos, sendo uma parte utilizada para manutenção da criação e outra para multiplicação de *T. pretiosum*. A criação foi mantida em laboratório sob condições controladas (25 ± 2°C, 70 ± 10% de UR e fotofase de 12 h).

### **2.2.4 Criação de T. pretiosum**

Para manutenção do parasitoide *T. pretiosum* foram utilizadas cartelas de cartolina azul celeste (8,0 × 2,5 cm), contendo ovos do hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). Foi utilizada a metodologia de criação proposta por Parra *et al.* (1989) e adaptada para as condições do LEA.

Com o auxílio de um pincel umedecido em goma arábica (30%), os ovos foram colados nas cartelas e inviabilizados pela exposição à lâmpada germicida pelo período de 50 minutos. As cartelas foram acondicionadas em tubos de vidro (8,5 × 2,5 cm) contendo

parasitoides adultos. Na parede interna dos tubos, foram pinceladas gotículas de mel puro que serviram para alimentação dos parasitoides. Os tubos foram fechados com filme plástico PVC®. Após 24 horas, as cartelas foram transferidas para novos tubos, permanecendo até a emergência da geração seguinte dos parasitoides.

### **2.2.5 Bioensaio**

Os bioensaios foram realizados com ovos de cinco populações de *P. xylostella* mantidas sobre pressão de seleção à inseticidas por 6 gerações, em ensaios preliminares. As populações foram mantidas sobre os seguintes tratamentos: 1) Aplicação sucessiva de deltametrina (D-Delta) na dose 174 ppm; 2) Aplicação sucessiva de *B. thuringiensis* (D-*Bt*) na dose 0,07 ppm; 3) Aplicação em sistema rotacionado (D-Rotação) - (G1= exposição à Clorantniliprole na dose 0,7 ppm, G2= exposição à *Bt* na dose 0,07 ppm, G3= exposição à Metaflumizona na dose 200 ppm, G4= exposição à Clorantniliprole na dose 0,7 ppm); 4) mantida na ausência de inseticidas (D-Controle) e; 5) população padrão de suscetibilidade (SUS), mantida em laboratório por 20 gerações na ausência de inseticidas (BARBOSA, 2019).

Para a execução do bioensaio, ovos de cada população foram colados em cartelas de cartolina azul celeste (8,0 × 2,5 cm) (seis ovos por cartela) usando goma arábica (30%) e inviabilizados sob lâmpada germicida por 40 minutos (COUTINHO, 2018).

As cartelas contendo os ovos inviabilizados de cada população foram inseridas em tubos de vidro (8,5 × 2,5 cm) contendo uma fêmea de *T. pretiosum* linhagem “Guaraciaba” (OLIVEIRA et al., 2020) previamente acasalada. As cartelas foram mantidas no tubo por 24 horas e, após esse período, transferidas para novos tubos de vidro (8,5 × 2,5 cm) sendo mantidos à 25 ± 2°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotoperíodo de 12 horas, até a emergência dos adultos.

O número de ovos escuros (parasitismo), o número de ovos com orifício de saída dos parasitoides (emergência), o total e o sexo dos adultos emergidos foram avaliados. Para avaliação da longevidade da geração seguinte, 20 fêmeas e 15 machos recém-emergidos foram individualizados em tubos de vidro (8,5 × 2,5 cm) contendo uma gotícula de mel para alimentação e, diariamente, avaliados quanto à mortalidade.

A partir dos dados obtidos foram calculados: A porcentagem de parasitismo [(Número de ovos parasitados/número total de ovos) x 100]; a porcentagem de emergência [(Número de ovos escuros com orifício / número total de ovos parasitados) x 100]; a razão

sexual [Número de fêmeas emergidas/ (Número de fêmeas + machos)]; o número de parasitoides emergidos por ovo [(Número de parasitoides emergidos/ número total de ovos parasitados) e a longevidade (dias) de machos e de fêmeas (BARBOSA, 2019).

### **2.2.6 Análises estatísticas**

Os bioensaios foram implantados em delineamento experimental inteiramente casualizado, com 20 repetições, sendo cada repetição uma cartela contendo seis ovos de *P. xylostella*. Os dados foram submetidos à ANOVA sendo as médias comparadas pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ), com auxílio do software estatístico *SISVAR*<sup>®</sup> (FERREIRA, 2014).

## **2.3 Resultados**

Os parâmetros biológicos de *T. pretiosum* linhagem “Guaraciaba” não foram afetados pelas populações resistentes ( $p > 0,05$ ). Constatou-se que o parasitismo de ovos de *P. xylostella* por *T. pretiosum* variou de 67,0 à 78,9% sem diferença significativa (Tabela 1).

A emergência de adultos parasitoides dos ovos das populações de *P. xylostella* variou de 75,0 à 89,6%, sem diferença significativa, demonstrando desenvolvimento completo da geração do parasitoide nas populações resistentes de *P. xylostella* (Tabela 1).

Houve emergência de mais de um parasitoide por ovo nas populações suscetível e controle, porém não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1).

A longevidade de fêmeas e de machos e a razão sexual de *T. pretiosum* não foram afetadas nas populações de *P. xylostella* resistentes, apresentando variação de 14,6 a 18,8 dias de vida para fêmeas, de 7,8 a 11,7 dias de vida para machos e de 0,6 a 0,8 para a razão sexual (Tabela 1).

Tabela 1. Parasitismo (%); emergência (%); número de adultos emergidos por ovo; longevidade (Dias) e; razão sexual de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) linhagem “Guaraciaba” em ovos de cinco populações de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), em teste sem chance de escolha

População	Parâmetros (Média ± erro padrão) <sup>NS</sup>					
	Parasitismo <sup>ns</sup>	Emergência <sup>ns</sup>	Parasitoide/ovo <sup>ns</sup>	Longevidade fêmeas <sup>ns</sup>	Longevidade machos <sup>ns</sup>	Razão sexual <sup>ns</sup>
<b>Suscetível</b>	73,9 ± 4,8	89,6 ± 5,4	1,2 ± 0,08	14,6 ± 1,4	9,4 ± 1,1	0,7 ± 0,07
<b>Cont<sup>1</sup></b>	78,2 ± 4,3	75,0 ± 12,1	1,1 ± 0,04	15,6 ± 1,3	11,7 ± 1,6	0,6 ± 0,10
<b>Delta<sup>2</sup></b>	78,9 ± 3,7	85,7 ± 13,2	1,0 ± 0,00	18,3 ± 1,3	7,8 ± 1,1	0,7 ± 0,07
<b>Bt<sup>3</sup></b>	67,0 ± 7,1	87,1 ± 10,5	1,0 ± 0,00	18,6 ± 0,9	8,9 ± 1,1	0,8 ± 0,09
<b>D-Rotação<sup>4</sup></b>	69,2 ± 4,8	83,3 ± 7,2	1,0 ± 0,00	18,8 ± 0,7	10,7 ± 0,8	0,8 ± 0,07

CONT<sup>1</sup>= mantida na ausência de ambos os inseticidas; <sup>2</sup>DELTA= população com frequência de resistência ao inseticida deltametrina; <sup>3</sup>BT= população exposta sucessivamente ao inseticida biológico *Bt*; D-Rotação<sup>4</sup>= população exposta a alternância de inseticidas. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

## 2.4 Discussão

Considerando os resultados obtidos nos bioensaios e o conhecimento acerca do comportamento e desenvolvimento de *T. pretiosum*, pode-se afirmar que não houve rejeição, por parte das fêmeas parasitoides, aos ovos oriundos das populações de *P. xylostella* resistentes à inseticidas quando comparados com a população padrão de suscetibilidade, apresentando, no geral desempenho satisfatório. Sabe-se que as fêmeas utilizam sinais químicos presentes nos ovos do hospedeiro para determinar a viabilidade e detectar possíveis alterações que influenciem no sucesso de sua progênie. Após essa seleção, a fêmea parasitoide introduz seu ovipositor no ovo hospedeiro, depositando sua progênie o que permite classificar esse hospedeiro como viável à sua reprodução (BESERRA; PARRA, 2003; RORIZ *et al.*, 2006; RUKMOWATI-BROTODJOJO; WALTER, 2006).

Para desenvolver resistência à determinado componente (especialmente químico), o indivíduo pode sofrer alterações metabólicas capazes de conferir sua estabilidade frente ao químico. Essa mudança pode estar associada à um custo adaptativo trazendo desvantagens ao indivíduo quando estes se encontram em locais na ausência dos componentes (GOULD, 1998; COUSTAU *et al.*, 2000; GUEDES *et al.*, 2006). Estes custos podem afetar a bioecologia dos insetos, reduzindo taxas de sobrevivência e de fertilidade, tornando-os menos competitivos (GUSTAFSON *et al.*, 2006; SAYYED, *et al.*, 2008; GASSMANN *et al.*, 2009), como já foi observado em *P. xylostella* resistente à metaflumizona e à clorantraniliplore (RIBEIRO *et al.*, 2014; SHEN *et al.*, 2017; STEINBACH *et al.*, 2017). Os custos adaptativos das populações de *P. xylostella* resistentes utilizadas no estudo não foram suficientes para promover alteração no comportamento ou desenvolvimento de *T. pretiosum*, permitindo às fêmeas do parasitoide detectarem os ovos como viáveis à sua reprodução, o que resultou em percentuais de parasitismo e de emergência desses parasitoides muito próximas entre si e em comparação às testemunhas. Também não foram detectadas diferenças na quantidade de parasitoides por ovo e na longevidade de fêmeas e de machos, ratificando assim a susceptibilidade das populações resistentes à inseticidas aos parasitoides.

A partir do conhecimento acerca dos custos adaptativos e juntamente com o manejo de resistência, que visa ‘driblar’ a resistência à inseticidas, vem sendo desenvolvidas estratégias para realizar o controle efetivo de pragas, com monitoramento eficaz e melhor uso do gerenciamento de resistência aliados ao uso das demais estratégias do MIP, como inimigos naturais (TABASHNIK, 1989; PERRY *et al.*, 2011; FURLONG, 2015). Sendo o *T. pretiosum*

uma alternativa viável, visto que os ovos oriundos de populações resistentes não foram rejeitados pelo parasitoide.

*Trichogramma pretiosum* é considerada uma espécie-parasitoide que apresenta boa adaptação aos diferentes ambientes mantendo taxas de parasitismo satisfatórias, além de relativo baixo custo de produção (MEIRA et al., 2011; LOPES et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2020). À partir dos resultados obtidos pode-se destacar que esse parasitoide é um importante aliado no controle de populações de *P. xylostella* resistentes à inseticidas e, portanto podem ser liberados em campo como ferramenta no manejo de resistência à inseticidas (PEREIRA et al., 2004; FURLONG, 2015; QUERINO et al., 2016). Cabe ressaltar que o comportamento dos parasitoides em campo é relativamente diferente daquele observado em laboratório, devido às condições não serem controladas e também devido ao processo coevolutivo de ambas espécies. Esse processo de coevolução pode então permitir aos parasitoides adquirirem meios de não serem influenciados pela resistência adquirida por parte do hospedeiro, não interferindo em seus parâmetros biológicos (BLUMBERG; LUCK, 1990; DEBOLT, 1991; HENTER; VIA, 1995).

Com os resultados obtidos neste estudo é possível fomentar novas estratégias de controle e contribuir para redução da incidência de populações resistentes dessa praga, fornecendo meios de reduzir os custos de controle e facilitar o manejo de pragas, fazendo parte do desenvolvimento de estratégias para o manejo de resistência à inseticidas, além de colaborar para redução da pressão de seleção causada pelo uso errôneo desses produtos.

## 2.5 Conclusão

*Trichogramma pretiosum* foi capaz de parasitar e se desenvolver satisfatoriamente sobre ovos de populações de *P. xylostella* resistentes à inseticidas.

## REFERÊNCIAS

- ARTHROPOD PESTICIDE RESISTANCE DATABASE (APRD) - **Michigan State University**. 2020. Disponível em: <http://www.pesticideresistance.org>. Acesso em: 13 de janeiro de 2020.
- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2020. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em 15 de janeiro de 2020.
- BARBOSA, M. G. **Estratégias no manejo de resistência de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: plutellidae) e de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: noctuidae): rotação de inseticidas e controle biológico com parasitoide**. 108 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- BARROS, R.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de cultivares de repolho, utilizadas para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 469-476, 1999.
- BESERRA, E.B.; PARRA, J.R.P. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 2, p. 205-209, 2003.
- BLUMBERG, D.; LUCK, R. F. Differences in the rates of superparasitism between two strains of *Comperiella bifasciata* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitizing *California red scale* (Homoptera: Diaspididae): an adaptation to circumvent encapsulation. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 83, n. 3, p. 591-597, 1990.
- CAO, J.; SHELTON, A.; EARLE, E. Sequential transformation to pyramid two *Bt* genes in vegetable Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and its potential for control of diamondback moth larvae. **Plant Cell Reports**, v. 27, n. 3, p. 479-487, 2008. DOI: 10.1007/s00299-007-0473-x
- CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F.H.; PONTES, L.A.; AMARAL, P.S.T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 549-552, 2003. DOI: 10.1590/S0102-05362003000300027
- COELHO JÚNIOR, A.; RUGMAN-JONES, P.F.; REIGADA, C.; STOUTHAMER, R.; PARRA, J.R.P. Laboratory performance predicts the success of field releases in inbred lines of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **PloS one**, v. 11, n. 1, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0146153
- COUSTAU, C.; CHEVILLON, C.; FFRENCH-CONSTANT, R. Resistance to xenobiotics and parasites: can we count the cost? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, n. 9, p. 378-383, 2000. DOI: 10.1016/S0169-5347(00)01929-7
- COUTINHO, C. R. **Análises biológicas e molecular de linhagens de *Trichogramma***

***pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) coletadas no Estado do Ceará.** 119 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

DEBOLT, J. W. Behavioral avoidance of encapsulation by *Leiophoron uniformis* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Lygus* spp. (Hemiptera: Miridae): Relationship between host age, encapsulating ability, and host acceptance. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 84, n. 4, p. 444-446, 1991.

DINGHA, B.N.; MOAR, W.J.; APPEL, A.G. Effects of *Bacillus thuringiensis* Cry1C toxin on the metabolic rate of Cry1C resistant and susceptible *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). **Physiological Entomology**, v. 29, n. 5, p. 409-418, 2004. DOI: 10.1111/j.0307-6962.2004.00409.x

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. DOI: 10.1590/S1413-70542014000200001

FURLONG, M.J.; WRIGHT, D.J.; DOSDALL, L.M. Diamondback moth ecology and management: Problems, progress, and prospects. **Annual Review of Entomology**, v. 58, n. 1, p. 517-541, 2013. DOI: 10.1146/annurev-ento-120811-153605

FURLONG, M.J. Knowing your enemies: Integrating molecular and ecological methods to assess the impact of arthropod predators on crop pests. **Insect Science**, v. 22, n. 1, p. 6-19, 2015. DOI: 10.1111/1744-7917.12157

GASSMANN, A.J.; CARRIÈRE, Y.; TABASHNIK, B.E. Fitness costs of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual Review of Entomology**, v. 54, n. 1, p. 147-163, 2009. DOI: 10.1146/annurev.ento.54.110807.090518

GOULD, F. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. **Annual Review of Entomology**, v. 43, n. 1, p. 701-726, 1998. DOI: 10.1146/annurev.ento.43.1.701

GRZYWACZ, D.; ROSSBACH, A.; RAUF, A.; RUSSELL, D. A.; SRINIVASAN, R.; SHELTON, A.M. Current control methods for diamondback moth and other *Brassica* insect pests and the prospects for improved management with lepidopteran-resistant *Bt* vegetable brassicas in Asia and Africa. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 68-79, 2010. DOI: 10.1016/j.cropro.2009.08.009

GUEDES, R.N.C.; OLIVEIRA, E.E.; GUEDES, N.M.P.; RIBEIRO, B.; SERRÃO, J.E. Cost and mitigation of insecticide resistance in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. **Physiological Entomology**, v. 31, n. 1, p. 30-38, 2006. DOI: 10.1111/j.1365-3032.2005.00479.x

GUSTAFSON, D.I.; HEAD, G.P.; CAPRIO, M.A. Modeling the impact of alternative hosts on *Helicoverpa zea* adaptation to Bollgard cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n. 6, p. 2116-2124, 2006. DOI: 10.1603/0022-0493-99.6.2116

HENTER, H.J.; VIA, S. The potential for coevolution in a host parasitoid system. I. genetic variation within an aphid population in susceptibility to a parasitic wasp. **Evolution**, v. 49, p.

427-438, 1995.

IRAC-BR. Comitê Brasileiro de Ação à resistência a inseticidas. 2016. Disponível em: <http://www.irac-br.org/#!Traçadascrucíferas-consegue-detectar-a-presença-de-inseticidas-na-planta/csfb/56e9a0390cf2d686649c7abd>. Acesso em 16 de janeiro de 2020.

LOPES, S.R.; PAIXÃO, M.A.S.; CRUZ, I. Viabilidade econômica de biofábrica de *Trichogramma pretiosum* para uso contra pragas agrícolas da ordem Lepidoptera. **Revista IPecege**, v. 4, n. 1, p. 44-50, 2018. DOI: 10.22167/r.ipecege.2018.1.44

MEDEIROS, P.T.; FERREIRA, M.N.; MARTINS, E.S.; GOMES, A.C.M.M.; FALCÃO, R.; DIAS, J.M.C.S.; MONNERAT, R.G. Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 11, p. 1145-1148, 2005. DOI: 10.1590/S0100-204X2005001100014.

MEIRA, A.L.; PRATISSOLI, D.; DE SOUZA, L.P.; STURM, G. Selection of *Trichogramma* sp. species parasitizing eggs of diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 1-8, 2011.

NAVARRO, R.; MARCANO, R. 1999. Preferência de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. atopovirilia* Oatman y Platner por huevos de *Helicoverpa zea* (Boddie) de diferentes edades. **Boletín de Entomología Venezolana**, v. 14, p. 87-93, 1999.

OLIVEIRA, R.C.M.; PASTORI, P.L.; COUTINHO, C.R.; JUVENAL, S.O.; AGUIAR, C.V.S. Natural parasitism of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs on tomato (Solanales: Solanaceae) in the Northeast region, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, n. 2, p. 474-475, 2020. DOI: 10.1590/1519-6984.206676

ONSTAD, D. W. **Insect resistance management: Biology, economics and prediction**. Academic Press, London, UK, 301p., 2008.

PARRA J.R.P.; LOPES, J.R.S.; BIRAL, E.; GOUVEIA, P.R.C. Número ideal de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller 1879) por caixa de criação para pesquisas com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 18, p. 391-402, 1989.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.; BENTO, J.M.S. Controle biológico: Uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 125-142, 2002.

PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; SERRA, H.J.P.; SALES JÚNIOR, O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 18, p. 403-415, 1989.

PEREIRA, F.F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D. Desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1669-1674, 2004. DOI: 10.1590/S0103-84782004000600001

- PERES, L.L.S.; SOBREIRO, A.I.; COUTO, I.F.S.; SILVA, R.M.; PEREIRA, F.F.; HEREDIA-VIEIRA, S.C.; CARDOSO, C.A.L.; MAUAD, M.; SCALON, S.P.Q.; VERZA, S.S.; MUSSURY, R.M. Chemical compounds and bioactivity of aqueous extracts of *Alibertia spp.* in the control of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Insects**, v. 8, n. 4, p. 125-137, 2017. DOI: 10.3390/insects8040125
- PERRY, T.; BATTERHAM, P.; DABORN, P. J. The biology of insecticidal activity and resistance. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 41, n. 7, p. 411-422, 2011. DOI: 10.1016/j.ibmb.2011.03.003
- POLANCZYK, R.A. **Interação entre *Bacillus thuringiensis* (Bacillales: Bacillaceae) e *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) visando ao controle de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae), *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2015. 97 p. Tese de Livre-Docência - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2015.
- QUERINO, R.B., SILVA, N.N.P.; ZUCCHI, R.A. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 9, p. 1521-1523, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20151352
- RIBEIRO, L.M.S.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V.; FERREIRA, H.N.; TEIXEIRA, Á.A.C.; SIQUEIRA, H.A.A. Fitness costs associated with field-evolved resistance to chlorantraniliprole in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 104, n. 1, p. 88-96, 2014. DOI: 10.1017/S0007485313000576
- RORIZ, V.; OLIVEIRA, L.; GARCIA, P. Host suitability and preference studies of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v. 36, p. 331-336, 2006.
- RUKMOWATI-BROTODJOJO, R.R.; WALTER, G.H. Oviposition and reproductive performance of a generalist parasitoid (*Trichogramma pretiosum*) exposed to host species that differ in their physical characteristics. **Biological Control**, v. 39, p. 300-312, 2006.
- SAYYED, A.H.; SAEED, S.; NOOR-UL-ANE, M.; CRICKMORE, N. Genetic, biochemical, and physiological characterization of spinosad resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 101, n. 5, p. 1658-1666, 2008. DOI: 10.1603/0022-0493(2008)101[1658:GBAPCO]2.0.CO;2
- SHEN, J.; LI, D.; ZHANG, S.; ZHU, X.; WAN, H.; LI, J. Fitness and inheritance of metaflumizone resistance in *Plutella xylostella*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 139, p. 53-59, 2017. DOI: 10.1016/j.pestbp.2017.04.010
- SIGSGAARD, L.; HERZ, A.; KORSGAARD, M.; WÜHRER, B. Mass release of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* can reduce damage by the apple codling moth *Cydia pomonella* in organic orchards under pheromone disruption. **Insects**, v. 8, n. 2, p. 41, 2017. DOI: 10.3390/insects8020041

SILVA, R.F. **Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) exposta a inseticidas durante a fase larval**. 58 p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

SOUZA, S.A.; COUTO, I.F.S.; PEREIRA, M.; CARDOSO, C.A.L.; SCALON, S.P.Q.; PEREIRA, F.F.; CARVALHO, E.M.; MUSSURY, R.M. Aqueous extracts of species of the genus *Campomanesia* (Myrtaceae) affect biological characteristics of *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 5, p. 20-28, 2019. DOI: 10.5539/jas.v11n5p334

STEINBACH, D.; MORITZ, G.; NAUEN, R. Fitness costs and life table parameters of highly insecticide-resistant strains of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) at different temperatures. **Pest Management Science**, v. 73, n. 9, p. 1789-1797, 2017. DOI: 10.1002/ps.4597

STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, K.S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v. 29, p. 81-101, 1959.

TABASHNIK, B.E. Managing resistance with multiple pesticide tactics: Theory, evidence, and recommendations. **Journal of Economic Entomology**, v. 82, n. 5, p. 1263-1269, 1989. DOI: 10.1093/jee/82.5.1263

TRAN, D.; DINH, C.T.; MINH, C.N. A study on the possibility to use pheromone traps to control the diamondback moth [*Plutella xylostella* (L.)]-a cabbage pest in Hanoi, Vietnam. **Nauka Przyroda Technologie**, v. 11, p. 145-152, 2017.

YI, D.; FANG, Z.; YANG, L. Expression and inheritance of *Bt cry1Ia8* gene in transgenic cabbage to control *Plutella xylostella*. **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 533-538, 2017. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.07.052

ZAGO, H.B.; SIQUEIRA, A.H.; PEREIRA, E.J.G.; PICANÇO, M.C.; BARROS, R. Resistance and behavioural response of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations to *Bacillus thuringiensis* formulations. **Pest Management Science**, v. 70, n. 3, p. 488-495, 2014. DOI: 10.1002/ps.3600

ZHANG, P.J.; LÜ, Y.B.; ZALUCKI, M.P.; LIU, S.S. Relationship between adult oviposition preference and larval performance of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Journal of Pest Science**, v. 85, n. 2, p. 247-252, 2012. DOI: 10.1007/s10340-012-0425-2

### 3 COMPATIBILIDADE DE MISTURAS DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS E SUA SELETIVIDADE SOBRE *Trichogramma pretiosum* RILEY (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

#### RESUMO

A associação de inimigos naturais e produtos fitossanitários em mistura, quando corretamente empregada, gera efeitos positivos, aumentando as chances de sucesso na implementação de um programa de MIP. O objetivo deste trabalho foi avaliar a compatibilidade física de mistura de diferentes produtos fitossanitários e sua seletividade à *T. pretiosum*. O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA-UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. Para o primeiro bioensaio foram preparadas caldas ou misturas contendo: Clorantraniliprole, metaflumizona, *Bacillus thuringiensis*, tiametoxam, espinosade, cyantraniliprole, imidacloprido, clorfenapir, e tebuconazol + trifloxistrobina usando a dose recomendada pelo fabricante. Foi utilizada água destilada com pH 6,0 no preparo das caldas e na testemunha. No segundo bioensaio, foram confeccionadas cartelas contendo 10 ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) com até 24 horas de idade. As cartelas foram imersas por 5 segundos nas caldas, sendo posteriormente oferecidas à uma fêmea de *T. pretiosum* por 24 horas, caracterizando o pré-parasitismo. Para os testes pós-parasitismo, a imersão das cartelas nas caldas foi realizada 24 ou 168h após o parasitismo. As misturas não apresentaram alteração física significativa, mas formulações WG sedimentaram no fundo do recipiente após 10 minutos. As misturas entre clorantraniliprole + metaflumizona + *Bt* e clorantraniliprole + cyantraniliprole + clorfenapir apresentaram estabilidade perfeita. A mistura clorantraniliprole + metaflumizona + *Bt* apresentou seletividade ao parasitoide *T. pretiosum* no teste pós-parasitismo, nas fases de ovo e de pupa, sendo considerado inócuo. Clorantraniliprole e metaflumizona foram considerados inócuos (seletivos) à *T. pretiosum*. Clorfenapir, *Bt* e M2 foram levemente nocivos ao parasitoide quando aplicados antes do parasitismo. A emergência de *T. pretiosum* foi afetada pela mistura clorantraniliprole + clorfenapir + *Bt* (em todos os testes) e pela mistura clorantraniliprole + metaflumizona + *Bt* (M1) (pré-parasitismo) e *Bt* (fase pupa). O número de parasitoides por ovo e a razão sexual de *T. pretiosum* não foram alterados pela aplicação dos produtos fitossanitários isoladamente ou em mistura.

**Palavras-chave:** Parasitoide de ovos. Produtos fitossanitários. Seletividade. Controle biológico. Controle químico.

## ABSTRACT

The parasitoids association with phytosanitary products in mixture, when correctly utilized, generate positive effects, increasing the success chances in an IPM program implementation. The objective of this work was to evaluate the mixture physical compatibility of different phytosanitary products and its selectivity to *T. pretiosum*. The experiment was conducted in “Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA - UFC)”, Fortaleza, Ceará State, Brazil. For the first bioassay, it was prepared spray solutions or mixtures containing: Chlorantraniliprole, metaflumizone, *Bacillus thuringiensis*, thiamethoxam, espinosade, cyantraniliprole, imidacloprid, chlorfenapyr and tebuconazole + trifloxystrobin using the manufacturer recommended dose. It utilized distilled water with pH 6,0 in the control and in spray solutions’ preparation. In the second bioassay, there were made up cards containing 10 eggs of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) up to 24 hours old. The cards were immersed for 5 seconds in the spray solutions, later being offered to a *T. pretiosum* female for 24 hours, characterizing the pre-parasitism. For the post-parasitism test, the cards immersion in the spray solutions was realized 24 or 168h after parasitism. The mixtures did not show significant physical alterations, but WG formulations sedimented at the recipient’s bottom after 10 minutes. The mixtures of Chlorantraniliprole + metaflumizone + *Bt* and chlorantraniliprole + cyantraniliprole + chlorfenapyr showed perfect stability. The mixture of chlorantraniliprole + metaflumizone + *Bt* showed selectivity to the parasitoid *T. pretiosum* in the post-parasitism test, in the eggs and pupae phases, being considered innocuous. Chlorantraniliprole and metaflumizone were considered innocuous (selectives) to *T. pretiosum*. Chlorfenapyr, *Bt* and M2 were slightly noxious to the parasitoid when applied before parasitism. The emergence of *T. pretiosum* were affected by the mixture Chlorantraniliprole + metaflumizone + *Bt* (in all tests) and by the mixture Chlorantraniliprole + metaflumizone + *Bt* (M1) (Pre-parasitism) and *Bt* (Pupae phase). The number of parasitoids per egg and sexual ratio of *T. pretiosum* were not altered by the phytosanitary products applications, singly or in mixture.

**Keywords:** Egg Parasitoids. Phytosanitary Products. Selectivity. Biological Control. Chemical Control.

### 3.1 Introdução

Os cultivos de brássicas como couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) e repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) estão sujeitos ao ataque de diferentes pragas e doenças, acontecendo simultaneamente. Isso exige que sejam adotadas medidas de controle nas áreas de produção para evitar perdas que podem atingir 100%. Este controle, geralmente com uso de produtos químicos, tem sido realizado com o uso simultâneo de duas ou mais classes de produtos em mistura para economizar tempo e mão-de-obra. Porém falta orientação para a aplicação de misturas e estudos que informem sobre a viabilidade e a compatibilidade, apesar da aprovação Instrução Normativa N° 40 pelo MAPA autorizando e guiando o modo como as misturas podem ser recomendadas (PETTER et al., 2012; GAZZIERO, 2015; BRASIL, 2018).

Devido a carência de informações, muitas vezes, em misturas, podem ocorrer efeitos aditivos, sinergismos e até mesmo antagonismos. No caso de antagonismos, podem ocorrer problemas no controle das pragas e das doenças causadas pelas alterações nos produtos devido a interação das moléculas químicas. Dentre essas alterações podem ocorrer reações físicas como precipitação e floculação que além de não serem efetivas, danificam os equipamentos utilizados (NASH, 1967; GAZZIERO; SOUZA, 1993; TREZZI, 2005; SILVA et al., 2007). A compatibilidade física é a primeira das interações entre os produtos devendo ser verificada para indicar a estabilidade da calda e, por consequência, a possibilidade de interação química entre os produtos (PETTER et al., 2012).

A implementação de um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP), exige que premissas como o uso rotacionado e misturas de produtos possam ser utilizadas e, se as mesmas são seletivas aos inimigos naturais presentes. Portanto torna-se indispensável os testes para verificação de possível toxicidade, como os sugeridos pelo protocolo da “International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants” (IOBC), que classifica o grau de toxicidade de diversos produtos sobre os inimigos naturais, afim de selecionar os produtos que sejam menos prejudiciais para esses organismos (STERK et al., 1999; CASTRO, 2009).

Na adoção de outros métodos de controle dentro de um contexto MIP, destaca-se o controle biológico, por meio do uso de parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), utilizados em diferentes culturas por meio de liberações inundativas em campo, promovendo a supressão das pragas antes que elas afetem os cultivos (PRATISSOLI et al., 2003; CHANDLER et al., 2011; COELHO JÚNIOR et al., 2016;

SIGSGAARD et al., 2017). Como exemplo, tem-se *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que se destaca no controle de lepidópteros-praga como *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) que é praga-chave para cultivos de brassicáceas. Além disso, esse inimigo natural é encontrado em diversas regiões do Brasil, o que facilita sua adaptação e uso (PARRA et al., 2002; CASTELO BRANCO et al., 2003; PEREIRA et al., 2004; MEDEIROS et al., 2005; POLANCZYK, 2015; QUERINO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2020).

No Brasil existem diversos estudos relacionados à seletividade de produtos fitossanitários ao gênero *Trichogramma* spp. (GOULART et al., 2008; CARVALHO et al., 2010; SANTOS et al., 2016; RODRIGUES et al., 2017), porém poucos tratam do uso de misturas e seus possíveis efeitos nocivos à *T. pretiosum*. Além disso, a seletividade de produtos à base de metaflumizona e de clorantraniliprole ainda não foi devidamente definida (MATTOS et al., 2002; BIONDI et al., 2012; MARTINO et al., 2014; STECCA et al., 2017).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a compatibilidade física de diferentes produtos fitossanitários em mistura e sua seletividade ao parasitoide *T. pretiosum*.

## 3.2 Material e métodos

### 3.2.1 Local de realização dos experimentos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil (3°44'34.17"S; 38°34'31.58"O), em sala sob condições controladas (25 ± 2°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotoperíodo de 12 horas).

### 3.2.2 Criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)

Foi utilizada metodologia de criação proposta por Parra et al. (1989) e adaptada para as condições do LEA. Cerca de 0,4 gramas de ovos da mariposa foram distribuídos aleatoriamente em bandejas plásticas (30 × 22 × 10 cm) contendo 1 Kg de dieta a base de farinha de trigo integral (97%) e levedura de cerveja (3%). Fitas de papelão corrugado foram colocadas no interior de bandejas plásticas. Diariamente os adultos emergidos foram coletados com aspirador de pó adaptado e acondicionados em tubos de PVC (15 de diâmetro × 25 cm de altura) com as extremidades fechadas com tecido *voil*. Uma placa de Petri (18,5 × 3,0 cm) foi inserida na base dos tubos para coleta dos ovos. Diariamente foi realizada coleta de ovos, sendo uma

parte utilizada para manutenção da criação e outra para multiplicação de *T. pretiosum*. A criação foi mantida em laboratório sob condições controladas ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de UR e fotofase de 12 h).

### **3.2.3 Criação de *T. pretiosum***

Para manutenção do parasitoide *T. pretiosum* foram utilizadas cartelas de cartolina azul celeste ( $8,0 \times 2,5$  cm), contendo ovos do hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). Foi utilizada a metodologia de criação proposta por Parra *et al.* (1989) e adaptada para as condições do LEA.

Com o auxílio de um pincel umedecido em goma arábica (30%), os ovos foram colados nas cartelas e inviabilizados pela exposição à lâmpada germicida pelo período de 50 minutos. As cartelas foram acondicionadas em tubos de vidro ( $8,5 \times 2,5$  cm) contendo parasitoides adultos. Na parede interna dos tubos, foram pinceladas gotículas de mel puro que serviram para alimentação dos parasitoides. Os tubos foram fechados com filme plástico PVC<sup>®</sup>. Após o período de 24 horas, as cartelas foram transferidas para novos tubos, permanecendo até a emergência da geração seguinte dos parasitoides.

### **3.2.4 Bioensaio de compatibilidade física de misturas de produtos fitossanitários**

O bioensaio foi instalado com quatro tratamentos constituídos pelas misturas de 3 inseticidas cada; um tratamento contendo mistura de um inseticida e um fungicida; três tratamentos compostos pela mistura de um fungicida e três inseticidas cada, na presença ou ausência do adjuvante Triton<sup>®</sup> (adicionado para melhorar a aderência dos produtos às folhas dos cultivos devido à cerosidade). Os produtos fitossanitários e dosagens utilizadas (Tabela 2) foram escolhidos com base no potencial uso e recomendação em cultivos de brássicas (couve e repolho) para o controle de artrópodes-praga e/ou de doenças que afetam essas plantas (AGROFIT, 2020).

Para o preparo das caldas, as doses foram ajustadas para aplicação de 100 L de calda  $\text{ha}^{-1}$ , sendo utilizados béqueres de 100 mL para cada repetição. Os produtos líquidos foram dosados por meio do uso de pipetador automático com ponteiros individuais por produto e os granulados foram pesados em balança analítica. Foram preparadas caldas de cada produto (Tabela 2) individualmente e utilizada água destilada com pH igual a 6,0 utilizada no preparo das caldas e, na testemunha. Após o preparo de cada calda foi realizada agitação por 10

segundos. O pH foi aferido antes e após a mistura dos produtos usando fita indicadora de pH. Os produtos foram adicionados respeitando-se a sequência de mistura de cada formulação, sendo os produtos granulados dispersíveis (WG) os primeiros a serem adicionados, suspensão concentrada (SC) logo após e, suspensão concentrada em óleo (OD) por último (AZEVEDO, 2015). Também foram adicionados seguindo as classes: água + inseticida; água + inseticida + fungicida; com adição ou não de adjuvante na água antes da adição dos produtos fitossanitários.

Tabela 2. Produtos fitossanitários recomendados em cultivos de couve e repolho utilizados nos bioensaios

<b>Produto comercial</b>	<b>Ingrediente ativo</b>	<b>Dose recomendada</b>
Actara 250 WG <sup>®</sup>	Tiametoxam (neonicotinóide)	20 g p.c.* /100 L de água
Alverde SC <sup>®</sup>	Metaflumizona (semicarbazone)	100 mL p.c./ha
Benevia OD <sup>®</sup>	Cyantraniliplore (antranilamida)	100 mL p.c./ha
Dipel SC <sup>®</sup>	<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i>	100 mL p.c./ 100 L de água
Evidence 700 WG <sup>®</sup>	Imidacloprido (neonicotinóide)	300 g p.c./ha
Pirate 24 SC <sup>®</sup>	Clorfenapir (pirazol)	100 mL p.c./ 100 L de água
Premio 20 SC <sup>®</sup>	Clorantraniliplore (antranilamida)	7,5 mL p.c./ha
Tracer SC <sup>®</sup>	Espinosade (espinosinas)	100 mL p.c./ha
Nativo SC <sup>®</sup>	Tebuconazol + Trifloxistrobina	0,75 L p.c./ha

\*=produto comercial.

A metodologia de avaliação foi semelhante à utilizada por Petter et al. (2012), sendo as observações das misturas nos béqueres realizadas nos seguintes intervalos: constante de 0 a 30 segundos, aos 60 segundos, 5, 10 e 30 minutos após as misturas, detectando-se visualmente a ocorrência de precipitação, floculação ou homogeneidade da mistura e atribuindo notas em escala de 1 a 5 (Tabela 3).

Tabela 3. Grau de estabilidade de misturas de produtos fitossanitários

<b>Grau</b>	<b>Condição</b>	<b>Recomendação</b>
1	Separação imediata	Não aplicar
2	Separação após 1 minuto	Não aplicar
3	Separação após 5 minutos	Agitação contínua
4	Separação após 10 minutos	Agitação contínua
5	Estabilidade perfeita	Estabilidade perfeita

Fonte: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica (CBB).

A compatibilidade física das misturas foi classificada com base no grau de estabilidade apresentado adotando-se as recomendações ou restrições, se necessárias, na aplicação das misturas.

### **3.2.5 Análises estatísticas**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos (quatro tratamentos constituídos pelas misturas de 3 inseticidas cada; um tratamento contendo mistura de um inseticida e um fungicida; três tratamentos compostos pela mistura de um fungicida e três inseticidas cada), e cinco repetições, sendo cada becker contendo as soluções uma repetição. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva com as notas dos tratamentos quanto a compatibilidade física tendo como base o grau de avaliação (Tabela 3) (PETTER et al., 2012).

### **3.2.6 Bioensaio de seletividade de misturas de produtos fitossanitários à T. pretiosum**

O bioensaio de seletividade foi realizado em testes sem chance de escolha dividido em duas modalidades de aplicação, pré ou pós-parasitismo. Os produtos e misturas utilizadas estão descritos no biensaio anterior (Tabela 2), sendo utilizadas duas misturas (clorantraniliprole + metaflumizona + *Bt* (M1) e; clorantraniliprole + clorfenapir + *Bt* (M2) além dos produtos individualmente, mais a testemunha (água destilada).

Na modalidade pré-parasitismo, 10 ovos do hospedeiro *A. kuehniella* com até 24 horas de idade, foram colados em cartelas de cartolina azul celeste (6,0 × 2,0 cm) usando goma arábica (30%) e inviabilizados por exposição à luz germicida por 50 minutos. Após a inviabilização, as cartelas foram imersas nas caldas contendo os tratamentos por cerca de 5 segundos, sendo retiradas em seguida e mantidas em temperatura ambiente para evaporação do excesso de calda por 30 minutos. Cada cartela foi oferecida individualmente à uma fêmea de *T. pretiosum* alimentada e com até 24 horas de idade. As fêmeas foram individualizadas em tubos de vidro (8,5 × 2,5 cm) e estes permaneceram fechados com filme plástico PVC<sup>®</sup>, mantidos em sala com condições controladas (25 ± 2°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas). O contato da fêmea do parasitoide *versus* ovos do hospedeiro foi permitido por 24 horas e, após esse período, as fêmeas foram eliminadas e as cartelas permaneceram nos tubos até a emergência dos adultos.

A modalidade pós-parasitismo foi dividida em dois subgrupos, considerando os estágios imaturos de *T. pretiosum* no interior do ovo hospedeiro, sendo a fase ovo: 0-24 h após o término do parasitismo e a fase pupa: 168-192 h após o término do parasitismo (CÔNSOLI et al, 1999).

As cartelas foram preparadas e, após a inviabilização, foram oferecidas à uma fêmea de *T. pretiosum* para o parasitismo pelo período de 24 h. Terminado esse período e, após 24 horas da eliminação das fêmeas, cartelas do subgrupo 1 foram imersas nas caldas dos produtos fitossanitários por 5 segundos, sendo posteriormente retiradas e mantidas em temperatura ambiente por 30 minutos para secagem. Após esse período, as cartelas foram novamente inseridas nos tubos de vidro e permaneceram em sala com condições controladas até a emergência ou não dos parasitoides. Para o subgrupo 2 - fase de pupa - a imersão ocorreu 168 horas após a eliminação das fêmeas do parasitoide.

O número de ovos escuros, o número de ovos com orifício de emergência, o total e o sexo dos parasitoides adultos emergidos foram avaliados. À partir dos dados obtidos, foram calculadas: A porcentagem de parasitismo [(Número de ovos parasitados/número total de ovos) x 100] (apenas na modalidade pré-parasitismo); a porcentagem de emergência [(Número de ovos escuros com orifício / número total de ovos parasitados) x 100]; a razão sexual [Número de fêmeas emergidas / (Número de fêmeas + machos)] e o número de parasitoides emergidos por ovo [(Número de parasitoides emergidos / número total de ovos parasitados).

A redução na taxa de parasitismo (RP) e de emergência (RE) dos parasitoides, para cada tratamento, foi determinada por comparação com a testemunha (água destilada) e calculada por meio da fórmula:  $RP \text{ ou } RE = (1 - Rt/Rc) \times 100$ , sendo: RP ou RE: Porcentagem média de redução do parasitismo ou de emergência (%); Rt: Valor do parasitismo ou emergência média para cada tratamento e; Rc: Parasitismo ou emergência média observada na testemunha (HASSAN *et al.*, 2002). Com base nas percentagens de redução, os produtos fitossanitários/misturas foram classificados segundo proposta da "International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC)", em que: 1= inócuo (< 30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%) e 4= nocivo (> 99%) (STERK *et al.*, 1999).

### **3.2.7 Análises estatísticas**

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 20 repetições, sendo considerada cada repetição uma cartela

contendo 10 ovos do hospedeiro. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ), com auxílio do software estatístico *SISVAR*<sup>®</sup> (FERREIRA, 2014).

### **3.3 Resultados**

#### ***3.3.1 Bioensaio de compatibilidade física em mistura de produtos fitossanitários***

O pH 6,0 manteve-se uniforme nas caldas, não sofrendo alteração quando usados os produtos fitossanitários individualmente ou em mistura, na presença ou ausência do adjuvante Triton<sup>®</sup>. As misturas entre os produtos fitossanitários não apresentaram alteração física significativa, sendo recomendada agitação contínua (grau 4) e mesmo estabilidade perfeita (grau 5) (Tabela 4). Nas misturas contendo produtos com formulação WG (Evidence<sup>®</sup> e Actara<sup>®</sup>), houve sedimentação no fundo do Becker após 10 minutos, sendo recomendada agitação contínua (grau 4) (Tabela 4) durante a aplicação dos mesmos. Não houve diferença significativa no grau de compatibilidade dos produtos na presença e na ausência do adjuvante Triton<sup>®</sup> (Tabela 4). O fungicida utilizado em mistura com os diferentes inseticidas apresentou estabilidade perfeita (grau 5) (Tabela 4).

Tabela 4. Grau de estabilidade física de misturas de produtos fitossanitários para cultivos de brássicas na presença ou ausência do adjuvante Triton®

Tratamentos	Estabilidade da calda no tempo									
	Água + adjuvante + mistura					Água + mistura				
	0-30 s	1 min	5 min	10 min	30 min	0-30 s	1 min	5 min	10 min	30 min
Clorantraniliplore + metaflumizona + <i>Bt</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Clorantraniliplore + Tiametoxam + Espinosade	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4
Clorantraniliprole + cyantraniliprole + clorfenapir	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Metaflumizona + cyantraniliprole + tiametoxam	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4
(Tebuconazol + Trifloxistrobina) + imidacloprido	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4
(Tebuconazol + Trifloxistrobina) + imidacloprido + espinosade + clorantraniliprole	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4
(Tebuconazol + Trifloxistrobina) + imidacloprido + metaflumizona + cyantraniliprole	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4
(Tebuconazol + Trifloxistrobina) + imidacloprido + clorfenapir + tiametoxam	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4

### 3.3.2 Bioensaio de seletividade

O parasitismo de *T. pretiosum* exposto à metaflumizona e à clorantraniliprole, não diferiu significativamente da testemunha na modalidade pré-parasitismo, permitindo o enquadramento desses produtos na classe 1 (inócuos aos parasitoides) (Tabela 5). Já as duas misturas e os produtos clorfenapir e *Bt* causaram redução de 33 à 53% no parasitismo, enquadrando-se na classe 2 (levemente nocivos) (Tabela 5).

O percentual de emergência de *T. pretiosum* foi menor quando as cartelas foram expostas à mistura M2 constituída por clorantraniliprole + clorfenapir + *Bt* na modalidade pré-parasitismo ou pós-parasitismo nas fases de ovo ou pupa (Tabela 5). A mistura reduziu em mais de 60% a emergência dos parasitoides sendo considerada levemente nociva em pós-parasitismo (classe 2) e nociva (classe 3) em pré-parasitismo (Tabela 5). A mistura M1, assim como os demais produtos fitossanitários foram enquadrados na classe 1, ou seja, inócuos aos parasitoides (Tabela 5).

Os tratamentos não influenciaram os parâmetros: Número de parasitoide por ovo (que variou de 1,00 à 1,12) e razão sexual (que variou de 0,44 à 0,75) para as modalidades de pré-parasitismo ou pós-parasitismo nas fases de ovo e de pupa (Tabela 6).

Tabela 5. Parasitismo (%), emergência (%) e percentual de redução do parasitismo (RP) e da emergência (RE) de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) tratados com produtos fitossanitários em teste de seletividade

Modalidade	Parâmetro	Produtos fitossanitários						
		Testemunha	Metaflumizona	Clorantraniliprole	Clorfenapir	<i>Bt</i>	M1 <sup>3</sup>	M2 <sup>4</sup>
Pré-parasitismo	Parasitismo (%)*	84,54±3,68 a	71,34±4,71 a	70,90±4,20 a	56,59±6,00 b	40,18±4,67 b	48,60±4,70 b	40,58±7,04 b
	RP (%) <sup>1</sup>	-	15,61	16,13	33,06	52,47	42,51	51,99
	Classe <sup>2</sup>	-	1	1	2	2	2	2
Pré-parasitismo	Emergência (%)*	100,00±0,00 a	91,85±2,18 a	86,43±4,11 a	96,18±2,30 a	83,84±5,65 a	72,73±4,95 a	17,14±2,85 b
	RE (%) <sup>1</sup>	-	8,15	13,57	3,82	16,16	27,27	82,86
	Classe <sup>2</sup>	-	1	1	1	1	1	3
Pós-parasitismo (ovo)	Emergência (%)*	90,69±3,58 a	96,33±1,63 a	97,35±1,99 a	75,87±6,19 a	87,50±5,72 a	83,58±5,71 a	23,81±9,52 b
	RE (%) <sup>1</sup>	-	0	0	16,34	3,51	7,83	73,74
	Classe <sup>2</sup>	-	1	1	1	1	1	2
Pós-parasitismo (pupa)	Emergência (%)*	94,67±2,35 a	92,14±5,10 a	91,28±4,21 a	96,06±2,27 a	68,38±7,24 b	76,47±6,31 b	37,75±9,89 c
	RE (%) <sup>1</sup>	-	2,67	3,58	0	27,77	19,22	60,12
	Classe <sup>2</sup>	-	1	1	1	1	1	2

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância; <sup>1</sup>Porcentagem de redução na sobrevivência de *T. pretiosum*; <sup>2</sup>Classe de toxicidade à inimigos naturais proposta pela "International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC); <sup>3</sup>M1= Mistura de clorantraniliprole + metaflumizona + *Bt*; <sup>4</sup>M2= Mistura de clorantraniliprole + clorfenapir + *Bt*.

Tabela 6. Número de adultos emergidos por ovo e razão sexual de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) tratados com produtos fitossanitários em teste de seletividade

Tratamento	Pré-parasitismo	Pós-parasitismo (ovo)	Pós-parasitismo (pupa)
	Parasitoides/ovo <sup>ns</sup>		
Testemunha	1,04±0,03	1,06±0,02	1,06±0,02
Metaflumizona	1,13±0,06	1,06±0,05	1,15±0,06
Clorantraniliprole	1,12±0,07	1,07±0,02	1,02±0,02
Clorfenapir	1,02±0,03	1,07±0,03	1,05±0,03
<i>Bt</i>	1,12±0,04	1,36±0,13	1,09±0,03
M1 <sup>a</sup>	1,09±0,12	1,10±0,03	1,15±0,12
M2 <sup>b</sup>	1,00±0,05	1,00±0,00	1,07±0,05
	Razão sexual <sup>ns</sup>		
Testemunha	0,60±0,10	0,53±0,07	0,70±0,07
Metaflumizona	0,75±0,05	0,58±0,08	0,71±0,06
Clorantraniliprole	0,68±0,07	0,45±0,07	0,56±0,10
Clorfenapir	0,51±0,10	0,52±0,10	0,66±0,07
<i>Bt</i>	0,50±0,12	0,71±0,06	0,70±0,06
M1	0,44±0,11	0,50±0,08	0,57±0,08
M2	0,60±0,00	0,75±0,09	0,71±0,08

<sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; <sup>a</sup>M1= Mistura de clorantraniliprole + metaflumizone + *Bt* ; <sup>b</sup>M2= Mistura de clorantraniliprole + clorfenapir + *Bt*.

### 3.4 Discussão

Considerando que o uso de misturas em campo constitui-se prática comum entre os agricultores é importante conhecer os efeitos que possam inferir sobre organismos não-alvo, nesse caso sobre os parasitoides, fazendo-se necessário mais estudos que comprovem a compatibilidade entre as misturas e sua seletividade. Procura-se então, a redução da toxicidade de misturas aos inimigos naturais aumentando os casos de sucesso na implementação do controle biológico dentro das premissas do manejo integrado de pragas (CASTRO et al., 2009; GAZZIERO, 2015).

No primeiro bioensaio pode-se observar que não houve alteração de pH dos produtos individualmente ou em misturas, na presença ou ausência de adjuvante, o que indica que a interação entre os princípios ativos não provocou mudança na estabilidade das caldas. A alteração nos valores de pH tem efeito direto sobre as características físicas das caldas, à medida que se adiciona mais produtos (KISSMANN, 1998). A qualidade da água é fator determinante para uma boa diluição e correta ação do produto em virtude dos constituintes de sua composição. Se a quantidade de íons  $H^+$  ou  $OH^-$  presentes estiverem em excesso, estes farão ligações com as moléculas químicas, afetando o desempenho esperado pela ação do produto, cuja estabilidade maior se dá em faixas de pH entre 6,0 à 6,5 (KISSMANN, 1998; CONCEIÇÃO, 2003; PRADO et al, 2011).

O uso de adjuvantes no cultivo de brássicas é comum para melhorar a aderência dos produtos fitossanitários na superfície das folhas e assim garantir sua eficiência. Os efeitos da adição de adjuvantes em calda são diversos, dependendo das condições em que está sendo utilizado e, pode acarretar alteração no pH e modificar a ação do produto, e/ou aumentar a sua eficiência, não alterando ou melhorando a estabilidade da calda (BUENO et al., 2013).

A ordem de adição dos produtos é importante para minimizar possíveis efeitos que possam interferir na estabilidade da calda. Os produtos sólidos são adicionados antes dos produtos líquidos (AZEVEDO, 2015). A estabilidade observada nas caldas contendo as misturas de clorantraniliplore (SC) + metaflumizona (SC) + *Bt* (SC) e clorantraniliprole (SC) + cyantraniliprole (OD) + clorfenapir (SC) indica que seguindo a ordem de adição dos produtos, pode-se contribuir para a compatibilidade dos mesmos em calda.

As misturas dos produtos tiametoxam e imidacloprido, de formulação WG apresentaram deposição de sedimentos no fundo do recipiente, o que indica a necessidade de agitação contínua durante a aplicação para melhorar o desempenho, porém não inviabilizando do ponto de vista físico, o uso da mistura contendo esses produtos. A reação de

incompatibilidade física ocorre com a formação de precipitados, floculação e separação de fases, estando relacionada com os ingredientes inertes presentes nas formulações dos produtos fitossanitários, o que não foi observado no presente estudo. Essas interações estão diretamente relacionadas com o desempenho dessas misturas e com a interação química entre as moléculas de ingrediente ativo (SILVA et al., 2007; PETTER, et al., 2012).

Os parasitoides expostos ao princípio ativo *Bacillus thuringiensis* apresentaram comportamento inesperado no teste pré-parasitismo uma vez que as taxas de parasitismo estiveram abaixo de 50%, sendo o produto classificado como levemente nocivo quanto à sua seletividade. *Trichogramma pretiosum* reduziu o parasitismo em ovos de *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) tratados com *B. thuringiensis*, porém assim como nesse estudo, a emergência dos parasitoides não foi afetada, o que levou à classificação do produto como inócuo, indicando que não houve perda de viabilidade (NASCIMENTO et al., 2018) e não interferindo em seu uso concomitante, confirmando assim resultados encontrados em estudos com entomopatógenos (AMARO et al., 2015; 2018; NASCIMENTO et al., 2018). Cabe destacar também que a presença de adjuvantes ou mesmo ingredientes da formulação podem causar algum efeito deletério, além da toxicidade provocada pelo ingrediente ativo (SILVA et al., 2007; AMARO et al., 2015).

A mistura M2, composta por clorantraniliprole + clorfenapir + *Bt*, reduziu as taxas de parasitismo e de emergência de *T. pretiosum*, influenciando negativamente em pré-parasitismo e pós-parasitismo, fator esse que contribuiu para sua classificação como nocivo e levemente nocivo. Em testes com *T. cacoeciae* (Marchal) e *T. atopovirilia* Oatman e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae), clorfenapir teve efeito negativo sobre o desenvolvimento dos estágios imaturos do parasitoide (MAIA et al., 2013; ASMA et al., 2018). Os resultados indicam, portanto, que a combinação de misturas com clorfenapir deve ser realizada com cautela, visto que afeta o desempenho do parasitoide, apresentando maior toxidez devido contato do produto com o córion do ovo, possivelmente contaminando o embrião (MAIA et al., 2013).

A mistura M1, composta por clorantraniliprole + metaflumizone + *Bt*, reduziu a taxa de parasitismo em pré-parasitismo, possivelmente pelo contato da fêmea com resíduos dos produtos envolvidos na mistura, efeito também observado quando *B. thuringiensis* foi aplicado isoladamente. Esse fator pode estar associado à capacidade de *B. thuringiensis* se desenvolver *in vitro*, contaminando os adultos do parasitoide, como observado para *Telenomus remus* (AMARO et al., 2018). Com relação à emergência, manteve-se média de 77%, inferindo que a presença dos produtos químicos e biológicos em mistura não influenciou seu desenvolvimento,

uma vez que ao ovipositar os ovos no interior do ovo hospedeiro se assume que estes estão protegidos (LIU; ZHANG, 2012).

Clorfenapir causou redução na taxa de parasitismo de *T. pretiosum* no teste de pré-parasitismo, podendo estar associado à presença de resíduos nos ovos do hospedeiro, que teria efeito repelente sobre o adulto do parasitoide quando feita aplicação anterior à sua liberação (ASMA et al., 2018). Com relação à seletividade, foi classificado como inócuo em todos os testes, não apresentando redução significativa na emergência de parasitoides. Resultados semelhantes foram obtidos para *T. pretiosum* coletado em Sorriso, Mato Grosso, Brazil (PAIVA et al., 2018). O que permite inferir que este produto pode ser utilizado desde que sua aplicação seja feita antes da liberação dos parasitoides.

Para os bioensaios realizados com clorantraniliprole, observou-se que os parasitoides realizaram o parasitismo e se desenvolveram no interior do ovo hospedeiro garantindo a perpetuação da geração seguinte. Essa constatação demonstra que esse produto não apresentou toxidez às fêmeas de *T. pretiosum*. Esse resultado pode ser justificado pelo fato de clorantraniliprole agir apenas quando ingerido, o que limita sua ação para insetos que se alimentam de plantas, corroborando resultados já encontrados (LAHM et al., 2007; GRANDE et al., 2018; PAIVA et al., 2018).

Metaflumizona mostrou-se seletivo à *T. pretiosum*, o que demonstra que pode ser incorporado a um programa de MIP. Esse produto mostrou-se seletivo aos predadores *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) (GARZÓN et al., 2015), mas causaram alta mortalidade em *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) e *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Hemiptera: Miridae) (BIONDI et al., 2012; MARTINOU et al., 2014).

Existem poucos relatos envolvendo a seletividade de metaflumizona para parasitoides. Este composto pertence à classe de bloqueadores de canal de sódio com modo distinto de ação, diferindo sua ação dos piretróides, o que pode contribuir para sua seletividade a organismos não-alvo (ZHANG et al., 2016).

A ausência de diferenças entre o número de parasitoides por ovo, mantendo valores sempre maiores que 1,0, e na razão sexual, indicando predominância de fêmeas, permite inferir que o contato com os produtos não alterou a composição nutricional dos ovos hospedeiros, mantendo sua qualidade como fonte de alimento para a prole de *T. pretiosum* e, que as fêmeas deste parasitoide tem capacidade de aumentar sua população em curto espaço de tempo além de realizar o controle das pragas (NAVARRO, 1998; RORIZ et al., 2006; RUKMOWATI-BROTODJOJO; WALTER, 2006; PARREIRA et al., 2019).

Para melhor definir a seletividade de um produto é importante testar diferentes dosagens dentro dos limites de recomendação da bula e avaliar os efeitos dos inertes que também podem interferir e contribuir para a rejeição dos ovos por parte das fêmeas adultas de *T. pretiosum* (PAIVA et al., 2018). Indicativos desses efeitos foram observados nos testes em que os produtos/misturas: Clorfenapir; *Bt*; M1 e; M2 foram aplicados antes do parasitismo. Sabe-se que os resultados obtidos em estudos realizados em condições controladas diferem das condições de campo, onde os princípios ativos tendem a ter reduzida sua toxicidade em decorrência de fatores externos, contribuindo para melhor integração dos parasitoides com os produtos (ROCHA; CARVALHO, 2004).

### 3.5 Conclusões

As misturas entre clorantraniliplore + metaflumizona + *Bt* e; clorantraniliprole + cyantraniliprole + clorfenapir apresentaram estabilidade perfeita.

Misturas contendo os produtos com formulação WG apresentaram sedimentação no fundo do recipiente após 10 minutos, sendo recomendada agitação contínua no tanque em caso de aplicação.

A mistura clorantraniliprole + metaflumizona + *Bt* apresentou seletividade à *T. pretiosum* no teste pós-parasitismo, nas fases de ovo e de pupa, sendo considerados inócuos.

Clorantraniliprole e metaflumizona foram considerados inócuos, sendo seletivos à *T. pretiosum*.

Clorfenapir, *Bt* e a mistura clorantraniliprole + clorfenapir + *Bt* foram levemente nocivos à *T. pretiosum* quando aplicados antes do parasitismo.

A emergência de *T. pretiosum* foi afetada pela mistura clorantraniliprole + clorfenapir + *Bt* (em todos os testes) e, pela mistura clorantraniliprole + metaflumizona + *Bt* (pré-parasitismo) e *Bt* (fase pupa).

O número de parasitoides por ovo e a razão sexual de *T. pretiosum* não foram alterados pela aplicação dos produtos fitossanitários isoladamente ou em mistura.

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2020. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em 15 de janeiro de 2020.
- AMARO, J.T.; BUENO, A.F.; POMARI-FERNADES, A.F.; NEVES, P.M.J. Selectivity of organic products to *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 44, n. 5, p. 489-497, 2015. DOI 10.1007/s13744-015-0317-2
- AMARO, J.T.; BUENO, A.F.; NEVES, P.M.J.; SILVA, D.M.; POMARI-FERNADES, A.F.; FAVETTI, B.M. Selectivity of different biological products to the egg parasitoid *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 62, n. 3, p. 195-197, 2018. DOI: 10.1016/j.rbe.2018.04.003
- ASMA, C.; ONS, I.; SABRINE, B.A.; KAOUTHAR, L.G. Life-stage-dependent side effects of selected insecticides on *Trichogramma cacoeciae* (Marchal) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory conditions. **Phytoparasitica**, v. 46, n. 1, p. 105-113, 2018. DOI: 10.1007/s12600-018-0638-x
- AZEVEDO, L.A.S. **Misturas de tanque de produtos fitossanitários: Teoria e Prática**. 1 ed., Rio de Janeiro: IMOS Gráfica e Editora, 230p., 2015.
- BIONDI, A.; DESNEUX, N.; SISCARO, G.; ZAPPALÀ, L. Using organic-certified rather than synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: Selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. **Chemosphere**, v. 87, n. 7, p. 803-812, 2012. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2011.12.082
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 40 - Estabelece regras complementares a emissão da receita agrônômica previsto no Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002, no que tange ao exercício profissional e eficiência agrônômica na aplicação dos agrotóxicos e afins**. Brasília, 11 de outubro de 2018.
- BUENO, M.R.; ALVES, G.S.; PAULA, A.D.M.; CUNHA, J.P.A.R. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 705-713, 2013. DOI: 10.1590/S0100-83582013000300022
- CARVALHO, G.A.; GODOY, M.S.; PARREIRA, D.S.; LASMAR, O.; SOUZA, J.R.; MOSCARDINI, V.F. Selectivity of growth regulators and neonicotinoids for adults of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 36, n. 2, p. 195-201, 2010.
- CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F.H.; PONTES, L.A.; AMARAL, P.S.T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 549-552, 2003. DOI: 10.1590/S0102-05362003000300027

CASTRO, V.L.S.S. Uso de misturas de agrotóxicos na agricultura e suas implicações toxicológicas na saúde. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 4, p. 87-94, 2009. DOI: 10.5132/jbse.2009.01.012

CHANDLER, D.; BAILEY, A.S.; TATCHELL, G.M.; DAVIDSON, G.; GREAVES, J.; GRANT, W.P. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. **Philosophical Transactions of The Royal Society B**, v. 366, n. 1573, p. 1987-1998, 2011. DOI: 10.1098/rstb.2010.0390

COELHO JÚNIOR, A.; RUGMAN-JONES, P.F.; REIGADA, C.; STOUTHAMER, R.; PARRA, J. R.P. Laboratory performance predicts the success of field releases in inbred lines of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **PloS one**, v. 11, n. 1, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0146153

CONCEIÇÃO, M.Z. Defesa vegetal: legislação, normas e produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIN, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. **O que os Engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 2.ed. Viçosa: UFV, p. 53-57, 2003.

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

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. DOI: 10.1590/S1413-70542014000200001

GARZÓN, A.; MEDINA, P.; AMOR, F.; VIÑUELA, E.; BUDIA, F. Toxicity and sublethal effects of six insecticides to last instar larvae and adults of the biocontrol agents *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). **Chemosphere**, v. 132, p. 87-93, 2015. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2015.03.016

GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v 33, n. 1, p. 83-92, 2015. DOI: 10.1590/S0100-83582015000100010

GAZZIERO, D.L.P.; SOUZA, I.F. Manejo integrado de plantas daninhas. In: ARANTES, N.E. SOUZA, P.I.M. (Eds.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, p. 183-208, 1993.

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

GRANDE, M.L.M.; BRAZ, E.C.; BUENO, A.F.; SILVA, D.M.; QUEIROZ, A.P.; VENTURA, M.U. Effect of increasing rate of insecticides on its selectivity for *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 933-946, maio/jun. 2018. DOI: 10.5433/1679-0359.2018v39n3p933

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 cacoeciae* Marchal (Hym.: Trichogrammatidae). In: CANDOLF, I.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**. Gent, IOBC/ WPRS. p. 107-119, 2002.

KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELLES, S.B. (Eds.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria, RS: Departamento de Defesa Fitossanitária - Sociedade de Agronomia de Santa Maria, p. 39-51, 1998.

LAHM, G.P.; STEVENSON, T.M.; SELBY, T.P.; FREUDENBERGER, J.H.; CORDOVA, D.; FLEXNER, L.; BELLIN, C.A.; DUBAS, C.M.; SMITH, B.K.; HUGHES, K.A.; HOLLINGSHAUS, J.G.; CLARK, C.E.; BENNER, E.A. Rynaxypyr™: A new insecticide anthranilic diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 17, n. 22, p. 6274-6279, 2007. DOI: 10.1016/j.bmcl.2007.09.012

LIU, T.X.; ZHANG, L.Y. Side effects of two reduced-risk insecticides, indoxacarb and spinosad, on two species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on cabbage. **Ecotoxicology**, v. 21, n. 8, p. 2254-2263, 2012. DOI: 10.1007/s10646-012-0981-5

MAIA, J.B.; CARVALHO, G.A.; DE OLIVEIRA, R.L.; LASMAR, O.; SANTOS LEITE, M.I. Effects of insecticides used in corn on immature stages of *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 39, n. 2, p. 205-210, 2013.

MARTINOU, A.F.; SERAPHIDES, N.; STAVRINIDES, M.C. Lethal and behavioral effects of pesticides on the insect predator *Macrolophus pygmaeus*. **Chemosphere**, v. 96, p. 167-173, 2014. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2013.10.024

MATTOS, M.A.; OLIVEIRA, J.V.; HAJI, F.N.P.; LIMA, M.F.; COSTA, N.D. Avaliação de estratégias com agroquímicos no controle de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomate. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 131-144, 2002. DOI: 10.5380/pes.v12i0.3155

MEDEIROS, P.T.; FERREIRA, M.N.; MARTINS, E.S.; GOMES, A.C.M.M.; FALCÃO, R.; DIAS, J.M.C.S.; MONNERAT, R.G. Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 11, p. 1145-1148, nov. 2005. DOI: 10.1590/S0100-204X2005001100014.

NASCIMENTO, P.T.; FADINI, M.A.M.; VALICENTE, F.H.; RIBEIRO, P.E.A. Does *Bacillus thuringiensis* have adverse effects on the host egg location by parasitoid wasps? **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 62, n. 4, p. 260-266, 2018. DOI: 10.1016/j.rbe.2018.09.006

NASH, R.G. Phytotoxic pesticide interactions in soil. **Agronomy Journal**, v. 59, n. 3, p. 227-230, 1967.

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

OLIVEIRA, R.C.M.; PASTORI, P.L.; COUTINHO, C.R.; JUVENAL, S.O.; AGUIAR, C.V.S. Natural parasitism of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs on tomato (Solanales: Solanaceae) in the Northeast region, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, n. 2, p. 474-475, 2020. DOI: 10.1590/1519-6984.206676

PARRA J.R.P.; LOPES, J.R.S.; BIRAL, E.; GOUVEIA, P.R.C. Número ideal de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller 1879) por caixa de criação para pesquisas com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 18, p. 391-402, 1989.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.; BENTO, J.M.S. Controle biológico: Uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 125-142, 2002.

PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; SERRA, H.J.P.; SALES JÚNIOR, O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.18, p.403-415, 1989.

PARREIRA, D.S.; LA CRUZ, R.A.; ZANUNCIO, J.C.; LEMES, P.G.; ROLIM, G.S.; BARBOSA, L.R.; SERRÃO, J.E. Essential oils cause detrimental effects on biological parameters of *Trichogramma galloi* immatures. **Journal of Pest Science**, v. 91, n. 2, p. 887-895, 2018. DOI: 10.1007/s10340-017-0945-x

PAIVA, A.C.R.; BELOTI, V.H.; YAMAMOTO, P.T. Sublethal effects of insecticides used in soybean on the parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ecotoxicology**, v. 27, n. 4, p. 448-456, 2018. DOI: 10.1007/s10646-018-1909-5

PEREIRA, F.F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D. Desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1669-1674, 2004. DOI: 10.1590/S0103-84782004000600001

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; PACHECO, L.P.; DE ALMEIDA, F.A.; ALCÂNTARA NETO, F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012. DOI: 10.1590/S0100-83582012000200025

POLANCZYK, R.A. **Interação entre *Bacillus thuringiensis* (Bacillales: Bacillaceae) e *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) visando ao controle de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebididae), *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2015. 97 f. Tese de Livre-Docência - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2015.

PRADO, E.P.; ARAÚJO, D.; RAETANO, C.G.; DAL POGETTO, M.H.F.; AGUIAR-JÚNIOR, H.O.; CHRISTOVAM, R.S. Influência da dureza e potencial hidrogênico da calda

de pulverização sobre o controle do ácaro da leprose em frutos de laranja doce. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 389-396, 2011. DOI: 10.1590/S0006-87052011000200020

PRATISSOLI, D.; VIANA, U.R.; OLIVEIRA, H.N.; PEREIRA, F.F. Efeito do armazenamento de ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) nas características biológicas de três espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Ceres**, v. 50, p. 95-105, 2003.

QUERINO, R.B., SILVA, N.N.P.; ZUCCHI, R.A. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North. **Ciência Rural**, v. 46, n. 9, p. 1521-1523, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20151352

ROCHA, L.C.D.; CARVALHO, G.A. Adaptação da metodologia padrão da IOBC para estudos de seletividade com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, p. 315-320, 2004. DOI: 10.4025/actasciagron.v26i3.1825

RODRIGUES, R.; JARAS, L.I.; POLTRONIERI, A.S.; PIMENTEL, I.C.; ZAWADNEAK, M.A.C. Seletividade de inseticidas reguladores de crescimento e botânico no parasitismo de três espécies de *Trichogramma* em ovos de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae). **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 1, p. 26-32, 2017. DOI: 10.12741/ebrazilis.v10i1.666

RORIZ, V.; OLIVEIRA, L.; GARCIA, P. Host suitability and preference studies of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v. 36, p. 331-336, 2006.

RUKMOWATI-BROTODJOJO, R.R.; WALTER, G.H. Oviposition and reproductive performance of a generalist parasitoid (*Trichogramma pretiosum*) exposed to host species that differ in their physical characteristics. **Biological Control**, v. 39, p. 300-312, 2006.

SANTOS, V.P.; PRATISSOLI, D.; PAES, J.P.P.; FRAGOSO, D.F.M.; CARVALHO, J.R. Desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), submetido a inseticidas e fungicidas em dois hospedeiros. **Revista Ceres**, v. 63, n. 5, p. 653-660, 2016. DOI: 10.1590/0034-737X201663050009

STECCA, C.S.; SILVA, D.M.; BUENO, A.F.; PASINI, A.; DENEZ, M.D.; ANDRADE, K. Selectivity of insecticides used in soybean crop to the predator *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 6, p. 3469-3480, 2017. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n6p3469

STERK, G.; HASSAN, S.A.; BAILLOD, M.; BAKKER, F.; BIGLER, F.; BLÜMEL, S.; BOGENSCHUTZ, H.; BOLLER, E.; BROMAND, B.; BRUN, J.; CALIS, J.N.M.; COREMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; GARRIDO, A.; GROVE, A.; HEIMBACH, U.; HOKKANEN, H.; JACAS, J.; LEWIS, G.; MORETH, L.; POLGAR, L.; ROVESTI, L.; SAMSOE-PETERSON, L.; SAUPHANOR, B.; SCHAUB, L.; STAUBLI, A.; TUSET, J.J.; VAINIO, A.; VAN de VEIRE, M.; VIGGIANI, G.; VIÑUELA, E.; VOGT, H. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. **BioControl**, v. 44, p. 99-117, 1999.

SILVA, J.F.; SILVA, J.F.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A. Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. (Eds.).

**Tópicos em manejo de plantas daninhas.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 367 p., 2007.

SIGSGAARD, L.; HERZ, A.; KORSGAARD, M.; WÜHRER, B. Mass release of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* can reduce damage by the apple codling moth *Cydia pomonella* in organic orchards under pheromone disruption. **Insects**, v. 8, n. 2, e. 41, 2017. DOI: 10.3390/insects8020041

TREZZI, M.M.; FELIPPI, C.L.; NUNES, A.L.; CARNIELETO, C.E.; FERREIRA, A.R.J. Eficácia de controle de plantas daninhas e toxicidade ao milho da mistura de foramsulfuron e Iodosulfuron isoladamente ou em associação com atrazine e/ou clorpirifós. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 653-659, 2005. DOI: 10.1590/S0100-83582005000400013.

ZHANG, Y.; DU, Y.; JIANG, D.; BEHNKE, C.; NOMURA, Y.; ZHOROV, B. S.; DONG, K. The Receptor Site and Mechanism of Action of Sodium Channel Blocker Insecticides. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 291, n. 38, p. 20113-20124, 2016. DOI: 10.1074/jbc.M116.742056

#### 4 CONCLUSÕES FINAIS

*Trichogramma pretiosum* foi capaz de parasitar e se desenvolver satisfatoriamente sobre ovos de populações de *P. xylostella* resistentes à inseticidas.

As misturas entre clorantraniliplore + metaflumizona + *Bt* e; clorantraniliprole + cyantraniliprole + clorfenapir apresentaram estabilidade perfeita.

Misturas contendo os produtos com formulação WG apresentaram sedimentação no fundo do recipiente após 10 minutos, sendo recomendada agitação contínua no tanque em caso de aplicação.

A mistura clorantraniliprole + metaflumizona + *Bt* apresentou seletividade à *T. pretiosum* no teste pós-parasitismo, nas fases de ovo e de pupa, sendo considerados inócuos.

Clorantraniliprole e metaflumizona foram considerados inócuos, sendo seletivos à *T. pretiosum*.

Clorfenapir, *Bt* e a mistura clorantraniliprole + clorfenapir + *Bt* foram levemente nocivos à *T. pretiosum* quando aplicados antes do parasitismo.

A emergência de *T. pretiosum* foi afetada pela mistura clorantraniliprole + clorfenapir + *Bt* (em todos os testes) e, pela mistura clorantraniliprole + metaflumizona + *Bt* (pré-parasitismo) e *Bt* (fase pupa).

O número de parasitoides por ovo e a razão sexual de *T. pretiosum* não foram alterados pela aplicação dos produtos fitossanitários isoladamente ou em mistura.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesta pesquisa contribuem com informações úteis para o planejamento de estratégias de Manejo Integrado de Pragas (MIP) com o intuito de implementar uma combinação entre as técnicas que podem ser utilizadas para o controle de pragas e de doenças a partir da associação do uso de controle químico e biológico. O Manejo de Resistência à Inseticidas deve ser considerado um componente dentro do MIP, pois a associação torna-se um forte aliado para redução dos casos de resistência à inseticidas, revertendo ou, ao menos, retardando esse cenário.

O desempenho satisfatório de *T. pretiosum* parasitando ovos de populações de *P. xylostella* que apresentaram diferentes graus de resistência à inseticidas demonstra que a atividade de parasitismo não foi prejudicada, podendo então utilizar esses inimigos naturais, dentro de uma estratégia de rotação, uma vez que estes mantem sua eficiência mesmo na presença de populações resistentes em campo.

A compatibilidade de misturas de produtos fitossanitários demonstra que tecnicamente diferentes classes de produtos podem ser utilizadas em conjunto, otimizando mão-de-obra e tempo de trabalho. Porém para a correta recomendação dessas misturas, no Brasil, ainda são necessários ajustes na Legislação visando uma correta orientação sobre a compatibilidade ou não para que o efeito do produto não seja prejudicado e o controle ineficaz, gerando perdas.

A possibilidade de uso de misturas de produtos fitossanitários em conjunto com *T. pretiosum*, desde que sejam usados produtos seletivos, fomenta novas possibilidades para o produtor, que terá mais de uma alternativa a ser utilizada dentro do MIP, evitando assim a pressão de seleção causada pelo uso contínuo de uma única molécula química contribuindo para reversão e redução das populações resistentes em campo, bem como a promoção de um manejo sustentável, visando atender as demandas da produção agrícola.

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2020. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em 15 de janeiro de 2020.
- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2020. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em 15 de janeiro de 2020.
- AMARO, J.T.; BUENO, A.F.; NEVES, P.M.J.; SILVA, D.M.; POMARI-FERNADES, A.F.; FAVETTI, B.M. Selectivity of different biological products to the egg parasitoid *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 62, n. 3, p. 195-197, 2018. DOI: 10.1016/j.rbe.2018.04.003
- AMARO, J.T.; BUENO, A.F.; POMARI-FERNADES, A.F.; NEVES, P.M.J. Selectivity of organic products to *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 44, n. 5, p. 489-497, 2015. DOI 10.1007/s13744-015-0317-2
- ANKERSMIT, G. W. DDT - resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.) Lepidoptera in Java. **Bulletin of Entomological Research**, v. 44, n. 3, p. 421-425, 1953. DOI: 10.1017/S0007485300025530
- ARTHROPOD PESTICIDE RESISTANCE DATABASE (APRD) - **Michigan State University**. 2020. Disponível em: <http://www.pesticideresistance.org>. Acesso em: 13 de janeiro de 2020.
- ASMA, C.; ONS, I.; SABRINE, B.A.; KAOUTHAR, L.G. Life-stage-dependent side effects of selected insecticides on *Trichogramma cacoeciae* (Marchal) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory conditions. **Phytoparasitica**, v. 46, n. 1, p. 105-113, 2018. DOI: 10.1007/s12600-018-0638-x
- AZEVEDO, L.A.S. **Misturas de tanque de produtos fitossanitários: Teoria e Prática**. 1 ed., Rio de Janeiro: IMOS Gráfica e Editora, 230p., 2015.
- BARBOSA, M.G. **Estratégias no manejo de resistência de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: plutellidae) e de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: noctuidae): rotação de inseticidas e controle biológico com parasitoide**. 108 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- BARROS, R.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de cultivares de repolho, utilizadas para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 469-476, 1999.
- BESERRA, E.B.; PARRA, J.R.P. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 2, p. 205-209, 2003.

BIONDI, A.; DESNEUX, N.; SISCARO, G.; ZAPPALÀ, L. Using organic-certified rather than synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: Selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. **Chemosphere**, v. 87, n. 7, p. 803-812, 2012. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2011.12.082

BLUMBERG, D.; LUCK, R. F. Differences in the rates of superparasitism between two strains of *Comperiella bifasciata* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitizing *California red scale* (Homoptera: Diaspididae): an adaptation to circumvent encapsulation. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 83, n. 3, p. 591-597, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 40 - Estabelece regras complementares a emissão da receita agrônômica previsto no Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002, no que tange ao exercício profissional e eficiência agrônômica na aplicação dos agrotóxicos e afins**. Brasília, 11 de outubro de 2018.

BUENO, M.R.; ALVES, G.S.; PAULA, A.D.M.; CUNHA, J.P.A.R. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 705-713, 2013. DOI: 10.1590/S0100-83582013000300022

CAMPBELL, B.; HAN, D.Y.; TRIGGS, C.M.; FRASER, A.G.; FERGUSON, L.R. Brassicaceae: nutrient analysis and investigation of tolerability in people with Crohn's disease in a New Zealand study. **Functional Foods in Health and Disease**, v. 1, n. 2, p. 460-486, 2012.

CAO, J.; SHELTON, A.; EARLE, E. Sequential transformation to pyramid two *Bt* genes in vegetable Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and its potential for control of diamondback moth larvae. **Plant Cell Reports**, v. 27, n. 3, p. 479-487, 2008. DOI: 10.1007/s00299-007-0473-x

CARVALHO, G.A.; GODOY, M.S.; PARREIRA, D.S.; LASMAR, O.; SOUZA, J.R.; MOSCARDINI, V.F. Selectivity of growth regulators and neonicotinoids for adults of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 36, n. 2, p. 195-201, 2010.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F.H.; PONTES, L.A.; AMARAL, P.S.T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 549-552, 2003. DOI: 10.1590/S0102-05362003000300027

CASTRO, V.L.S.S. Uso de misturas de agrotóxicos na agricultura e suas implicações toxicológicas na saúde. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 4, p. 87-94, 2009. DOI: 10.5132/jbse.2009.01.012

CHANDLER, D.; BAILEY, A.S.; TATCHELL, G.M.; DAVIDSON, G.; GREAVES, J.; GRANT, W.P. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. **Philosophical Transactions of The Royal Society B**, v. 366, n. 1573, p. 1987-1998, 2011. DOI: 10.1098/rstb.2010.0390

COELHO JÚNIOR, A.; RUGMAN-JONES, P.F.; REIGADA, C.; STOUTHAMER, R.;

PARRA, J. R.P. Laboratory performance predicts the success of field releases in inbred lines of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **PloS one**, v. 11, n. 1, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0146153

CONCEIÇÃO, M.Z. Defesa vegetal: legislação, normas e produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIN, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. **O que os Engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 2.ed. Viçosa: UFV, p. 53-57, 2003.

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

COUSTAU, C.; CHEVILLON, C.; FFRENCH-CONSTANT, R. Resistance to xenobiotics and parasites: can we count the cost? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, n. 9, p. 378-383, 2000. DOI: 10.1016/S0169-5347(00)01929-7

COUTINHO, C.R. **Análises biológicas e molecular de linhagens de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) coletadas no Estado do Ceará**. 119 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

DEBOLT, J. W. Behavioral avoidance of encapsulation by *Leiophoron uniformis* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Lygus* spp. (Hemiptera: Miridae): Relationship between host age, encapsulating ability, and host acceptance. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 84, n. 4, p. 444-446, 1991.

DINGHA, B.N.; MOAR, W.J.; APPEL, A.G. Effects of *Bacillus thuringiensis* Cry1C toxin on the metabolic rate of Cry1C resistant and susceptible *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). **Physiological Entomology**, v. 29, n. 5, p. 409-418, 2004. DOI: 10.1111/j.0307-6962.2004.00409.x

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. DOI: 10.1590/S1413-70542014000200001

FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I.; SILVA, R.B.; FOSTER, J.E. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, n. 3, p. 1175-1183, 2015. DOI: 10.1007/s13593-015-0312-3

FURLONG, M.J. Knowing your enemies: Integrating molecular and ecological methods to assess the impact of arthropod predators on crop pests. **Insect Science**, v. 22, n. 1, p. 6-19, 2015. DOI: 10.1111/1744-7917.12157

FURLONG, M.J.; WRIGHT, D.J.; DOSDALL, L.M. Diamondback moth ecology and management: Problems, progress, and prospects. **Annual Review of Entomology**, v. 58, n. 1, p. 517-541, 2013. DOI: 10.1146/annurev-ento-120811-153605

GARZÓN, A.; MEDINA, P.; AMOR, F.; VIÑUELA, E.; BUDIA, F. Toxicity and sublethal effects of six insecticides to last instar larvae and adults of the biocontrol agent *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). **Chemosphere**, v. 132, p. 87-93, 2015. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2015.03.016

GASSMANN, A.J.; CARRIÈRE, Y.; TABASHNIK, B.E. Fitness costs of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual Review of Entomology**, v. 54, n. 1, p. 147-163, 2009. DOI: 10.1146/annurev.ento.54.110807.090518

GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v 33, n. 1, p. 83-92, 2015. DOI: 10.1590/S0100-83582015000100010

GAZZIERO, D.L.P.; SOUZA, I.F. Manejo integrado de plantas daninhas. In: ARANTES, N.E. SOUZA, P.I.M. (Eds.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, p. 183-208, 1993.

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

GOULD, F. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. **Annual Review of Entomology**, v. 43, n. 1, p. 701-726, 1998. DOI: 10.1146/annurev.ento.43.1.701

GRANDE, M.L.M.; BRAZ, E.C.; BUENO, A.F.; SILVA, D.M.; QUEIROZ, A.P.; VENTURA, M.U. Effect of increasing rate of insecticides on its selectivity for *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 933-946, maio/jun. 2018. DOI: 10.5433/1679-0359.2018v39n3p933

GRZYWACZ, D.; ROSSBACH, A.; RAUF, A.; RUSSELL, D.A.; SRINIVASAN, R.; SHELTON, A.M. Current control methods for diamondback moth and other *Brassica* insect pests and the prospects for improved management with lepidopteran-resistant *Bt* vegetable brassicas in Asia and Africa. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 68-79, 2010. DOI: 10.1016/j.cropro.2009.08.009

GUEDES, R.N.C.; OLIVEIRA, E.E.; GUEDES, N.M.P.; RIBEIRO, B.; SERRÃO, J.E. Cost and mitigation of insecticide resistance in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. **Physiological Entomology**, v. 31, n. 1, p. 30-38, 2006. DOI: 10.1111/j.1365-3032.2005.00479.x

GUSTAFSON, D.I.; HEAD, G.P.; CAPRIO, M.A. Modeling the impact of alternative hosts on *Helicoverpa zea* adaptation to Bollgard cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n. 6, p. 2116-2124, 2006. DOI: 10.1603/0022-0493-99.6.2116

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 cacoeciae* Marchal (Hym.: Trichogrammatidae). In: CANDOLF, I.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**. Gent, IOBC/ WPRS. p. 107-119, 2002.

HENTER, H.J.; VIA, S. The potential for coevolution in a host parasitoid system. I. genetic variation within an aphid population in susceptibility to a parasitic wasp. **Evolution**, v. 49, p. 427-438, 1995.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário. **Quantidade produzida na horticultura**. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6954#resultado>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2020.

IRAC-BR. Comitê Brasileiro de Ação à resistência a inseticidas. 2016. Disponível em: <http://www.irc-br.org/#!/Traçadascrucíferas-consegue-detectar-a-presença-de-inseticidas-na-planta/csfb/56e9a0390cf2d686649c7abd>. Aceso em 16 de janeiro de 2020.

KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELLES, S.B. (Eds.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria, RS: Departamento de Defesa Fitossanitária - Sociedade de Agronomia de Santa Maria, p. 39-51, 1998.

LAHM, G.P.; STEVENSON, T.M.; SELBY, T.P.; FREUDENBERGER, J.H.; CORDOVA, D.; FLEXNER, L.; BELLIN, C.A.; DUBAS, C.M.; SMITH, B.K.; HUGHES, K.A.; HOLLINGSHAUS, J.G.; CLARK, C.E.; BENNER, E.A. Rynaxypyr™: A new insecticide anthranilic diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 17, n. 22, p. 6274-6279, 2007. DOI: 10.1016/j.bmcl.2007.09.012

LI, X.; SCHULER, M.A.; BERENBAUM, M.R. Molecular mechanisms of metabolic resistance to synthetic and natural xenobiotics. **Annual Review of Entomology**, v. 52, n. 1, p. 231-253, 2007. DOI: 10.1146/annurev.ento.51.110104.151104

LIU, T.X.; ZHANG, L.Y. Side effects of two reduced-risk insecticides, indoxacarb and spinosad, on two species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on cabbage. **Ecotoxicology**, v. 21, n. 8, p. 2254-2263, 2012. DOI: 10.1007/s10646-012-0981-5

LOPES, S.R.; PAIXÃO, M.A.S.; CRUZ, I. Viabilidade econômica de biofábrica de *Trichogramma pretiosum* para uso contra pragas agrícolas da ordem Lepidoptera. **Revista Ipecege**, v. 4, n. 1, p. 44-50, 2018. DOI: 10.22167/r.ipecege.2018.1.44

MACHADO, L.C.; RONDELLI, V.M.; CELESTINO, F.N.; HOLTZ, A.M.; VIEIRA, L.P. Brássicas. In: HOLTZ, A.M.; RONDELLI, V.M.; CELESTINO, F.N.; BETESTE, L.R.; CARVALHO, J.R. de. **Pragas das brássicas**. Colatina, ES: IFES, 2015.  
MAIA, J.B.; CARVALHO, G.A.; DE OLIVEIRA, R.L.; LASMAR, O.; SANTOS LEITE, M.I. Effects of insecticides used in corn on immature stages of *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 39, n. 2, p. 205-210, 2013.

MARTINO, A.F.; SERAPHIDES, N.; STAVRINIDES, M.C. Lethal and behavioral effects of pesticides on the insect predator *Macrolophus pygmaeus*. **Chemosphere**, v. 96, p. 167-173, 2014. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2013.10.024

- MATTOS, M.A.; OLIVEIRA, J.V.; HAJI, F.N.P.; LIMA, M.F.; COSTA, N.D. Avaliação de estratégias com agroquímicos no controle de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomate. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 131-144, 2002. DOI: 10.5380/pes.v12i0.3155
- MEDEIROS, P.T.; FERREIRA, M.N.; MARTINS, E.S.; GOMES, A.C.M.M.; FALCÃO, R.; DIAS, J.M.C.S.; MONNERAT, R.G. Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 11, p. 1145-1148, nov. 2005. DOI: 10.1590/S0100-204X2005001100014.
- MEIRA, A.L.; PRATISSOLI, D.; DE SOUZA, L.P.; STURM, G. Selection of *Trichogramma* sp. species parasitizing eggs of diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 1-8, 2011.
- MELO, R.D.C., VENDRAME, L.D.C., MADEIRA, N., BLIND, A.; VILELA, N. Caracterização e diagnóstico de cadeia produtiva de brássicas nas principais regiões produtoras brasileiras. **Embrapa Hortaliças-Documentos (INFOTECA-E)**, 157, Brasília, DF, 2017.
- NASCIMENTO, P.T.; FADINI, M.A.M.; VALICENTE, F.H.; RIBEIRO, P.E.A. Does *Bacillus thuringiensis* have adverse effects on the host egg location by parasitoid wasps? **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 62, n. 4, p. 260-266, 2018. DOI: 10.1016/j.rbe.2018.09.006
- NASH, R.G. Phytotoxic pesticide interactions in soil. **Agronomy Journal**, v. 59, n. 3, p. 227-230, 1967.
- NAVARRO, A.M. *Trichogramma* spp.: Producción, uso y manejo en Colombia. Guadalajara de Buga: Impretec, 176p., 1998.
- NAVARRO, R.; MARCANO, R. 1999. Preferência de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. atopovirilia* Oatman y Platner por huevos de *Helicoverpa zea* (Boddie) de diferentes edades. **Boletín de Entomología Venezolana**, v. 14, p. 87-93, 1999.
- OLIVEIRA, R.C.M.; PASTORI, P.L.; COUTINHO, C.R.; JUVENAL, S.O.; AGUIAR, C.V.S. Natural parasitism of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs on tomato (Solanales: Solanaceae) in the Northeast region, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, n. 2, p. 474-475, 2020. DOI: 10.1590/1519-6984.206676
- ONSTAD, D.W. **Insect resistance management: Biology, economics and prediction**. Academic Press, London, UK, 301p., 2008.
- PAIVA, A.C.R.; BELOTI, V.H.; YAMAMOTO, P.T. Sublethal effects of insecticides used in soybean on the parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ecotoxicology**, v. 27, n. 4, p. 448-456, 2018. DOI: 10.1007/s10646-018-1909-5
- PARRA J.R.P.; LOPES, J.R.S.; BIRAL, E.; GOUVEIA, P.R.C. Número ideal de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller 1879) por caixa de criação para pesquisas com *Trichogramma*

spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 18, p. 391-402, 1989.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.; BENTO, J.M.S. Controle biológico: Uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 125-142, 2002.

PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; SERRA, H.J.P.; SALES JÚNIOR, O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.18, p.403-415, 1989.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba. **FEALQ**, p. 121-150. 324 p., 1997.

PARREIRA, D.S.; LA CRUZ, R.A.; ZANUNCIO, J.C.; LEMES, P.G.; ROLIM, G.S.; BARBOSA, L.R.; SERRÃO, J.E. Essential oils cause detrimental effects on biological parameters of *Trichogramma galloi* immatures. **Journal of Pest Science**, v. 91, n. 2, p. 887-895, 2018. DOI: 10.1007/s10340-017-0945-x

PEREIRA, F.F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D. Desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1669-1674, 2004. DOI: 10.1590/S0103-84782004000600001

PERES, L.L.S.; SOBREIRO, A.I.; COUTO, I.F.S.; SILVA, R.M.; PEREIRA, F.F.; HEREDIA-VIEIRA, S.C.; CARDOSO, C.A.L.; MAUAD, M.; SCALON, S.P.Q.; VERZA, S.S.; MUSSURY, R.M. Chemical compounds and bioactivity of aqueous extracts of *Alibertia* spp. in the control of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Insects**, v. 8, n. 4, p. 125-137, 2017. DOI: 10.3390/insects8040125

PERRY, T.; BATTERHAM, P.; DABORN, P. J. The biology of insecticidal activity and resistance. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 41, n. 7, p. 411-422, 2011. DOI: 10.1016/j.ibmb.2011.03.003

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; DE ALMEIDA, F.A.; ALCÂNTARA NETO, F.; PACHEDO, L.P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 2, p. 129-138, 2013.

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; PACHECO, L.P.; DE ALMEIDA, F.A.; ALCÂNTARA NETO, F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012. DOI: 10.1590/S0100-83582012000200025

POLANCZYK, R.A. **Interação entre *Bacillus thuringiensis* (Bacillales: Bacillaceae) e *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) visando ao controle de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebididae), *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2015. 97 f. Tese de Livre-Docência - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2015.

- PRADO, E.P.; ARAÚJO, D.; RAETANO, C.G.; DAL POGETTO, M.H.F.; AGUIAR-JÚNIOR, H.O.; CHRISTOVAM, R.S. Influência da dureza e potencial hidrogênico da calda de pulverização sobre o controle do ácaro da leprose em frutos de laranja doce. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 389-396, 2011. DOI: 10.1590/S0006-87052011000200020
- PRATISSOLI, D.; VIANA, U.R.; OLIVEIRA, H.N.; PEREIRA, F.F. Efeito do armazenamento de ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) nas características biológicas de três espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Ceres**, v. 50, p. 95-105, 2003.
- QUERINO, R.B., SILVA, N.N.P.; ZUCCHI, R.A. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 9, p. 1521-1523, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20151352
- QUERINO, R.B.; MENDES, J.V.; COSTA, V.A.; ZUCCHI, R. A. New species, notes and new records of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. **Zootaxa**, v. 4232, n. 1, p. 137-143, 2017. DOI: 10.11646/zootaxa.4232.1.11
- RIBEIRO, L.M.S.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V.; FERREIRA, H.N.; TEIXEIRA, Á.A.C.; SIQUEIRA, H.A.A. Fitness costs associated with field-evolved resistance to chlorantraniliprole in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 104, n. 1, p. 88-96, 2014. DOI: 10.1017/S0007485313000576
- ROCHA, L.C.D.; CARVALHO, G.A. Adaptação da metodologia padrão da IOBC para estudos de seletividade com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, p. 315-320, 2004. DOI: 10.4025/actasciagron.v26i3.1825
- RODRIGUES, R.; JARAS, L.I.; POLTRONIERI, A.S.; PIMENTEL, I.C.; ZAWADNEAK, M.A.C. Seletividade de inseticidas reguladores de crescimento e botânico no parasitismo de três espécies de *Trichogramma* em ovos de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae). **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 1, p. 26-32, 2017. DOI: 10.12741/ebrazilis.v10i1.666
- RORIZ, V.; OLIVEIRA, L.; GARCIA, P. Host suitability and preference studies of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v. 36, p. 331-336, 2006.
- RUKMOWATI-BROTODJOJO, R.R.; WALTER, G.H. Oviposition and reproductive performance of a generalist parasitoid (*Trichogramma pretiosum*) exposed to host species that differ in their physical characteristics. **Biological Control**, v. 39, p. 300-312, 2006.
- SANTOS, V.P.; PRATISSOLI, D.; PAES, J.P.P.; FRAGOSO, D.F.M.; CARVALHO, J.R. Desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), submetido a inseticidas e fungicidas em dois hospedeiros. **Revista Ceres**, v. 63, n. 5, p. 653-660, 2016. DOI: 10.1590/0034-737X201663050009
- SAYYED, A.H.; SAEED, S.; NOOR-UL-ANE, M.; CRICKMORE, N. Genetic, biochemical, and physiological characterization of spinosad resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 101, n. 5, p. 1658-1666, 2008. DOI: 10.1603/0022-0493(2008)101[1658:GBAPCO]2.0.CO;2

SHEN, J.; LI, D.; ZHANG, S.; ZHU, X.; WAN, H.; LI, J. Fitness and inheritance of metaflumizone resistance in *Plutella xylostella*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 139, p. 53-59, 2017. DOI: 10.1016/j.pestbp.2017.04.010

SIGSGAARD, L.; HERZ, A.; KORSGAARD, M.; WÜHRER, B. Mass release of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* can reduce damage by the apple codling moth *Cydia pomonella* in organic orchards under pheromone disruption. **Insects**, v. 8, n. 2, e. 41, 2017. DOI: 10.3390/insects8020041

SILVA, J.F.; SILVA, J.F.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A. Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 367 p., 2007.

SILVA, R.F. **Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) exposta a inseticidas durante a fase larval**. 58 p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

SOUZA, S.A.; COUTO, I.F.S.; PEREIRA, M.; CARDOSO, C.A.L.; SCALON, S.P.Q.; PEREIRA, F.F.; CARVALHO, E.M.; MUSSURY, R.M. Aqueous extracts of species of the genus *Campomanesia* (Myrtaceae) affect biological characteristics of *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 5, p. 20-28, 2019. DOI: 10.5539/jas.v11n5p334

STECCA, C.S.; SILVA, D.M.; BUENO, A.F.; PASINI, A.; DENEZ, M.D.; ANDRADE, K. Selectivity of insecticides used in soybean crop to the predator *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 6, p. 3469-3480, 2017. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n6p3469

STEINBACH, D.; MORITZ, G.; NAUEN, R. Fitness costs and life table parameters of highly insecticide-resistant strains of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) at different temperatures. **Pest Management Science**, v. 73, n. 9, p. 1789-1797, 2017. DOI: 10.1002/ps.4597

STERK, G.; HASSAN, S.A.; BAILLOD, M.; BAKKER, F.; BIGLER, F.; BLÜMEL, S.; BOGENSCHUTZ, H.; BOLLER, E.; BROMAND, B.; BRUN, J.; CALIS, J.N.M.; COREMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; GARRIDO, A.; GROVE, A.; HEIMBACH, U.; HOKKANEN, H.; JACAS, J.; LEWIS, G.; MORETH, L.; POLGAR, L.; ROVESTI, L.; SAMSOE-PETERSON, L.; SAUPHANOR, B.; SCHAUB, L.; STAUBLI, A.; TUSET, J.J.; VAINIO, A.; VAN de VEIRE, M.; VIGGIANI, G.; VIÑUELA, E.; VOGT, H. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group ‘Pesticides and Beneficial Organisms’. **BioControl**, v. 44, p. 99-117, 1999.

STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, K.S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v. 29, p. 81-101, 1959.

TABASHNIK, B.E. Managing resistance with multiple pesticide tactics: Theory, evidence, and recommendations. **Journal of Economic Entomology**, v. 82, n. 5, p. 1263-1269, 1989. DOI: 10.1093/jee/82.5.1263

TABASHNIK, B.E.; CUSHING, N.L.; FINSON, N.; JOHNSON, M.W. Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 83, n. 5, p. 1671-1676, 1990. DOI: 10.1093/jee/83.5.1671

TRAN, D.; DINH, C.T.; MINH, C.N. A study on the possibility to use pheromone traps to control the diamondback moth [*Plutella xylostella* (L.)]-a cabbage pest in Hanoi, Vietnam. **Nauka Przyroda Technologie**, v. 11, p. 145-152, 2017.

TREZZI, M.M.; FELIPPI, C.L.; NUNES, A.L.; CARNIELETO, C.E.; FERREIRA, A.R.J. Eficácia de controle de plantas daninhas e toxicidade ao milho da mistura de foramsulfuron e Iodosulfuron isoladamente ou em associação com atrazine e/ou clorpirifós. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 653-659, 2005. DOI: 10.1590/S0100-83582005000400013.

WANG, X.; WU, Y. High levels of resistance to chlorantraniliprole evolved in field populations of *Plutella xylostella*. **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 3, p. 1019-1023, 2012. DOI: 10.1603/EC12059

YI, D.; FANG, Z.; YANG, L. Expression and inheritance of *Bt cry1Ia8* gene in transgenic cabbage to control *Plutella xylostella*. **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 533-538, 2017. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.07.052

ZAGO, H.B.; SIQUEIRA, A.H.; PEREIRA, E.J.G.; PICANÇO, M.C.; BARROS, R. Resistance and behavioural response of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations to *Bacillus thuringiensis* formulations. **Pest Management Science**, v. 70, n. 3, p. 488-495, 2014. DOI: 10.1002/ps.3600

ZALUCKI, M.P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; LIU, S.S.; FURLONG, M.J. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string? **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 4, p. 1115-1129, 2012. DOI: 10.1603/EC12107

ZHANG, P.J.; LÜ, Y.B.; ZALUCKI, M.P.; LIU, S.S. Relationship between adult oviposition preference and larval performance of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Journal of Pest Science**, v. 85, n. 2, p. 247-252, 2012. DOI: 10.1007/s10340-012-0425-2

ZHANG, Y.; DU, Y.; JIANG, D.; BEHNKE, C.; NOMURA, Y.; ZHOROV, B. S.; DONG, K. The Receptor Site and Mechanism of Action of Sodium Channel Blocker Insecticides. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 291, n. 38, p. 20113-20124, 2016. DOI: 10.1074/jbc.M116.742056