

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANGÉLICA MASSAROLLI

OCORRÊNCIA EM COUVE DE *Plutella xylostella* L. (LEPIDOPTERA: PLUTELIDAE)  
E SEUS PARASITOIDES, OVIPOSIÇÃO, PARASITISMO, NÍVEL DE DANO  
ECONOMICO E CONTROLE COM *Trichogramma pretiosum* RILEY  
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

CURITIBA

2019

ANGÉLICA MASSAROLLI

OCORRÊNCIA EM COUVE DE *Plutella xylostella* L. (LEPIDOPTERA: PLUTELIDAE)  
E SEUS PARASITOIDES, OVIPOSIÇÃO, PARASITISMO, NÍVEL DE DANO  
ECONOMICO E CONTROLE COM *Trichogramma pretiosum* RILEY  
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências, área de concentração Zoologia.

Orientador: Dr. Luís Amilton Foerster

CURITIBA

2019

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.  
Biblioteca de Ciências Biológicas.  
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Massarolli, Angélica

Ocorrência em couve de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) e seus parasitoides, oviposição, parasitismo, nível de dano econômico e controle com *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera> Trichogrammatidae). / Angélica Massarolli. – Curitiba, 2019.

125 p.: il.

Orientador: Luís Amilton Foerster

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

1. Traça 2. Parasito 3. Brassica 4. Pragas agrícolas – Controle biológico I. Título II. Foerster, Luis A. (Luis Amilton), 1947- III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

CDD (20. ed.) 632.78



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOLOGIA -  
40001016008P4

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **ANGELICA MASSAROLLI** intitulada: **OCORRÊNCIA EM COUVE DE *Plutella xylostella* L. (LEPIDOPTERA: PLUTELIDAE) E SEUS PARASITOIDES, OVIPOSIÇÃO, PARASITISMO, NÍVEL DE DANO ECONÓMICO E CONTROLE COM *Trichogramma pretiosum* RILEY (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 18 de Abril de 2019.

LUÍS AMILTON FOERSTER

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ALESSANDRA REGINA BUTNARIU

Avaliador Externo (UNEMAT)

MAURICIO OSVALDO MOURA

Avaliador Externo (UFPR)

CESAR AUGUSTO MARCHIORO

Avaliador Externo (UFSC)

*Ao meu esposo **Cassiano Luiz Sztoltz**, que esteve presente  
em todos os momentos desta incrível jornada;  
E aos meus pais **José e Irene Massarolli**, que sempre me  
apoiaram e incentivaram a buscar meus sonhos,  
**Dedico***

*Ao meu orientador, **Dr. Luiz Amilton Foerster**, que  
sempre confiou em mim, abriu as portas de seu  
laboratório, compartilhou seu conhecimento e permitiu  
que eu chegasse até aqui.  
**Ofereço***

## *Agradecimentos*

Fazer os agradecimentos para mim é a parte mais importante da tese. Acredito que não é válido ter lindos capítulos, mas não ser grata a todas as pessoas que contribuíram, direta e indiretamente para a construção de cada um. O número de pessoas e organizações que contribuíram para este trabalho é grande, e por isso não poderei citar um por um, mas quero que saibam que mesmo àqueles que não citei o nome aqui, eu sou extremamente grata.

Primeiramente quero agradecer a meu orientador, prof.<sup>o</sup> Dr. Luís Amilton Foerster, sem dúvidas as orientações foram primordiais para a conclusão desta etapa, principalmente pela confiança e compreensão depositadas sobre mim durante todo este tempo. O Sr. é e sempre será minha fonte de inspiração profissional.

Por conseguinte, quero agradecer a duas pessoas que estiveram ao meu lado todo o tempo, desde quando eu “*engatinhava*” pelos corredores da universidade na graduação. Minhas queridas “*mães científicas*”, prof.<sup>a</sup> Dra. Mônica Josene Barbosa Pereira, que sempre me incentivou e orientou profissional e pessoalmente, mesmo nos momentos de dúvidas e desencanto ela acreditou em mim e não deixou que eu desistisse. E a prof.<sup>a</sup> Dra. Alessandra Regina Butnariu que já no primeiro contato durante minha graduação, viu em mim uma pesquisadora, e desde então me mostrou os caminhos e segurou minha mão para que eu trilhasse este caminho. A vocês duas, queridas “*mamães*”, minha eterna gratidão! Agradeço também, ao professor Dr. Maurício Moura, pelas diversas orientações e conversas sobre estatística ao longo desses anos.

Sou imensamente grata a *Minha família*, meu esposo Cassiano L. Sztolz, meu pai José Massarolli, e minha mãe Irene B. Massaroli, minha sogra Amélia S. Sztoltz e meu sogro Donate Sztoltz, ao meu cunhado Juliano Sztoltz, que além de me incentivarem, muitas vezes me auxiliaram na obtenção e confecção de materiais para criações. Também agradeço de coração ao meu *irmão* James H. Barp e sua família, pelos ótimos momentos que passamos juntos, boas conversas e motivação sempre.

Muito muito obrigada também ao amigos e colegas científicos: Fernando Henrique Dalla Roza, Cassiano Bianchini, Aluizian Fernandes Lopes da Silva, José Carlos, Jaqueline Sampietro, João Pedro dos Santos Souza, Ana Paula Welter, Eveline Kaline da S. Salvador, Beatriz Aparecida Blanco Gonsales, Rayana Rodrigues Casagrande, Raquel Anjos de Souza, Bruno da S. Santos, Gabriel dos Santos Carvalho e Mayra Layra dos Santos Almeida, Jeniffer Stefany Queiroz Bastos e por último mas não menos importante, Bruna Camila G. Bersani, todos que compartilharam comigo boas histórias, risadas, crises, dias de campo no sol, chuva e no frio (*sim, no MT faz frio também!*).

*Minhas amigas/irmãs*, Ana Regina Lucena, Marcela Silva C. de Paula, Bruna M. Favetti, Jeniffer Stefany Q. Bastos e Bruna Camila G. Bersani, pois sem vocês certamente o caminho seria mais difícil, vocês sempre seguraram minha mão para que eu pudesse levantar e seguir em frente.

Com certeza estes alicerces foram fundamentais nesta jornada, mas há vários outros que também contribuíram profissional e pessoalmente para que este trabalho pudesse ser desenvolvido, por isso agradeço:

A todos os membros do Laboratório de Controle Integrado de Insetos (UFPR) ou que fizeram parte dele neste tempo: Tamara, Adélia, Aline, Jéssica, Guilherme, Amanda.

Agradeço aos professores da UNEMAT: Danielle Storck-Tonon, Ricardo José da Silva, Diogo Andrade Costa e Rivanildo Dallacort que sempre contribuíram para melhorias no desenvolvimento da pesquisa.

A todos do Programa de Pós-graduação em Zoologia da UFPR e todos os professores que compartilharam seus conhecimentos durante as disciplinas. Ao Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), pelas disciplinas cursadas e organização dos eventos.

Ao Laboratório de Entomologia do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais (CPEDA) da Universidade do Estado de Mato Grosso câmpus de Tangará da Serra.

Ao Núcleo de Educação em Ciências *Tabebuia aurea* (NECTAR), pelo apoio e parcerias, em especial ao Dr. Diones Krinski e ao Dr. Hilton Marcelo.

Ao Dr. Écio Diniz da Beta Analítica, pelas conversas sobre estatística e criação dos gráficos.

Ao ilustrador Hudson Freire Milcharek, que criou algumas figuras para minha tese.

Ao professor Valmir Antonio Costa (Instituto Biológico) pelas identificações dos parasitoides.

À Gabriel Maluf (IBI agentes biológicos) por auxílios na manutenção da criação.

Agradeço também ao produtor Charles Antoni da horta Dia-a-Dia Verduras, que forneceu a área e auxílios para desenvolvimento da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Por fim, agradeço a *Deus* que sempre me mostrou o caminho e colocou nele as pessoas certas para me auxiliar.

*Muito Obrigada!!!!*

*“[...]frase do ecologista de Stanford, Paul Ehrlich: Ao pressionar outras espécies para a extinção, a humanidade está serrando o galho sobre o qual está sentada.”*  
(Kolbert, 2015. *A sexta extinção*, p.278)

*“[...]Jan (Żabiński) explicava com simplicidade: “Não basta fazer pesquisas à distância. É convivendo com os animais que se aprende sobre seu comportamento e sua psicologia.”*  
(Ackerman, 2017. *O zoológico de Varsóvia*, p. 17.)

*“[...] Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu...  
É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu [...]”*  
(Ana Vilela – Trem-bala, 2017).

## RESUMO

A traça das crucíferas *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) é uma praga de cultivos de brássicas, encontrada no mundo todo. Seu controle é realizado na maioria das vezes através de inseticidas químicos, os quais oferecem riscos à saúde dos consumidores e a toda biodiversidade. Neste sentido, esta tese teve como objetivo avaliar a flutuação populacional da traça das crucíferas e seus inimigos naturais nativos em cultivos de couve, considerando fatores bióticos e abióticos, compreender as preferências de oviposição da praga e do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae), determinar o nível de dano econômico (NDE) e o nível de controle (NC) para *P. xylostella* e testar em campo, a liberação de *T. pretiosum* para seu controle. A tese está dividida em quatro capítulos que contemplam cada um destes objetivos: no primeiro, a flutuação populacional foi registrada ao longo de 12 meses e foram coletadas 4.310 lagartas e pupas de *P. xylostella*, das quais 15% estavam parasitadas por *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) e *Apanteles* sp. (Förster) (Hymenoptera: Braconidae). Durante o levantamento, a precipitação foi o fator climático que mais influenciou na flutuação populacional de *P. xylostella* (95%) e a utilização de produtos químicos afetou a frequência desses parasitoides na cultura (89%). No segundo capítulo, verificou-se que *P. xylostella* tem preferência por ovipositar nas folhas da região média da planta, na parte superior da superfície adaxial, mas *T. pretiosum*, não teve preferência. As maiores médias de parasitismo foram obtidas com temperaturas variando de 25,9 à 37,4 °C e umidade relativa entre 42 e 78% entre as 8 e 18 horas (fotofase), e ausência de parasitismo no período noturno (escotofase). No terceiro capítulo, baseado no índice de redução da produtividade de couve-manteiga causado por *P. xylostella* nos experimentos realizados, estimou-se o nível de dano econômico em diferentes cenários de custo de controle da praga (R\$40, R\$60, R\$80, R\$100 e R\$120.ha<sup>-1</sup>), fixando o valor do maço de couve em R\$2, e, alternativamente, com valores do maço variando em R\$0,50; R\$1, R\$2, R\$4, R\$6 e fixando o custo de controle em R\$100 por hectare. Nos cenários simulados para sete dias, o NDE ficou abaixo de 1,38, lagartas por planta, enquanto que para 10 dias, o valor máximo foi de 1,25 lagartas por planta. No quarto capítulo, concluímos que a liberação de 300 mil vespas/ha de *T. pretiosum*, liberadas a cada cinco dias, é eficiente para o controle da população de *P. xylostella* em cultivo de couve-manteiga. Espera-se que os resultados apresentados sirvam como base para o manejo de *P. xylostella*, evitando prejuízos aos produtores e que as técnicas de controle sejam mais ecológicas, oferecendo menores riscos à biodiversidade do entorno.

**PALAVRAS-CHAVE:** Traça das crucíferas; Parasitoides de ovos; *Brassica oleracea* var. *acephala*; Controle Biológico.

## ABSTRACT

The diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) is a pest of brassica crops, found worldwide. Its control is most often carried out through chemical insecticides, which pose risks to the health of consumers and to the biodiversity. This thesis had the objective to evaluate the population fluctuation of the diamondback moth and the native natural enemies and their relations with biotic and abiotic factors; To understand the oviposition behavior of the pest in collard greens, and parasitism of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae); To determine the economic injury level (EIL) and threshold level (TL) for *P. xylostella* and to test in field conditions the release of *T. pretiosum* for the control of the diamondback moth in collard greens, the thesis was divided in four chapters. In the first one the population fluctuation was recorded over the course of 12 months and 4,310 *P. xylostella* caterpillars and pupae were collected, of which 640 were parasitized by the native parasitoids *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) and *Apanteles* sp. (Förster) (Hymenoptera: Braconidae). Precipitation was the most influential factor in the population fluctuation of *P. xylostella* (95%) and the use of chemicals affected the frequency of occurrence of these parasitoids (89%). In the second chapter, it was verified that *P. xylostella* prefers to oviposit in the leaves of the medium region of the plant, in the upper part of the adaxial surface, but *T. pretiosum*, did not have leaf preference, and the best levels of parasitism were obtained with temperatures ranging from 25.9 to 37.4 °C and relative humidity between 42 and 78%, between 8 and 18 hours (photophase), and absence of nocturnal parasitism (scotophase). In the following chapter, based on the index of reduction of yield of collard greens by *P. xylostella* the EIL was estimated in different scenarios of pest control cost (R\$ 40, R\$ 60, R\$ 80, R\$ 100 and R \$ 120. ha<sup>-1</sup>), setting the value of the bundle of green collards in R \$ 2, and, alternatively, with values of the package set at R\$ 0.50; R\$ 1, R\$ 2, R\$ 4 or R\$ 6 and setting the control cost at R\$ 100 per hectare. In simulated scenarios for seven days, the number of caterpillars per plant was always below 1.38, while for 10 days the maximum value was 1.25 caterpillars per plant. In the last chapter, we conclude that field releases of 300.000 *T. pretiosum*, wasps/ha, released every five days is efficient for the control of *P. xylostella* in collard greens. Thus, we hope that the knowledge presented in this thesis will serve as a basis for the management of *P. xylostella*, ensuring that there is no harm to the producers and that control techniques are more ecological, offering lower risks to the surrounding biodiversity.

**KEY WORDS:** Diamondback moth; Egg parasitoids; *Brassica oleracea* var. *acephala*; Biological control.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Capítulo 1

Figura 1 – Parasitoides de *Plutella xylostella*. (A) *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) e (B) *Apanteles* sp. (Förster) (Hymenoptera: Braconidae).....34

Figura 2 – Média de *P. xylostella* e dos fatores climáticos (A) temperatura mínima – temperatura máxima = amplitude térmica (°C), (B) Precipitação total (mm), registradas em cada amostragem, em cultivo de couve manteiga de março de 2016 a fevereiro de 2017 em Tangará da Serra – MT.....39

Figura 3 – Média de parasitismo em *P. xylostella* e dos fatores climáticos (A) temperatura mínima – /temperatura máxima = amplitude térmica (°C), (B) Precipitação total (mm), registradas em cada amostragem, em cultivo de couve manteiga de março de 2016 a fevereiro de 2017 em Tangará da Serra – MT.....40

Figura 4 – Média de lagartas e pupas de *Plutella xylostella* por planta e média de lagartas/pupas parasitadas, com a indicação do tipo de manejo utilizado, em cultivo de couve manteiga em Tangará da Serra – MT.....43

### Capítulo 2

Figura 1: (A) Gaiola de lagartas; (B) Pupas de *P. xylostella* retiradas das gaiolas; (C) Adultos de *P. xylostella* emergidos; (D) Gaiola de adultos com tampa adaptada para oviposição; (E) Tampa contendo ovos de *P. xylostella* que são acondicionados na gaiola (A).....55

Figura 2 - (A) Gaiola de cano PVC 100 mm Ø. (B) Ovos de *A. kuehniella* estéreis. (C) *Trichogramma pretiosum*. (D) bandejas retangulares de vidro (5,1 x 39,4 x 23,9 cm), cobertas com filme de PVC. (E) Bandejas de farinha. (F) Salas de criação com condições controladas. (G) Eclosão dos primeiros adultos. (H) Aspirador de pó adaptado.....56

Figura 3 – Modelo de numeração das folhas de couve manteiga (vista lateral da planta).....58

Figura 4 – Visualização da folha de couve manteiga: (A) Superfície Adaxial; (B) Superfície Abaxial; (C) Regiões da folha (Superior, Mediana, Inferior).....58

Figura 5 – Regressão Linear do sucesso de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Plutella xylostella* durante 24 horas com (A) Temperatura (°C) e (B) Umidade Relativa (%).....62

### Capítulo 3

Figura 1 – (A) Software ImageJ (Abramoff, Magalhães e Ram, 2004), (B) imagem da folha de couve original, (C) imagem da folha de couve modificada para 8 bit, (D) imagem da folha de couve modificada para preto e branco, (E- F) imagem da folha de couve com bordas marcadas, (G) demonstração de como eram medidas as áreas

consumidas nas bordas das folhas utilizando a função “Freehand”, (H) resultado da área marcada (cm<sup>2</sup>).....76

Figura 2 – Gráficos de regressão da redução da produtividade de folhas de couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) pelo dano de *Plutella xylostella* (A) 7 e (B) 10 dias após a inoculação.....80

Figura 3 – Nível de dano econômico (NDE) e Nível de Controle (NC) para *Plutella xylostella* em couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) em função de diferentes custos de controle (fixando o preço do maço em R\$2).....81

Figura 4 – Nível de dano econômico (NDE) e Nível de Controle (NC) para o *Plutella xylostella* em couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) em função de diferentes preços do maço (fixando o custo de controle em R\$100.ha<sup>-1</sup>).....81

#### Capítulo 4

Figura 1 – A: Horta Dia-a-Dia Verduras, Tangará da Serra, MT, com retângulos azuis determinando blocos de cultivo de couve manteiga (Fonte: Google Earth, 2016); B: Croqui experimental.....95

Figura 2 – Média de lagartas de *Plutella xylostella* por planta de couve manteiga ao longo de sete semanas em canteiros com diferentes tratamentos (Controle químico semanal; T- 150 mil vespas/ha; T – 300 mil vespas/ha). \*Médias seguidas pela mesma letra, na semana, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* (P<0,05).....99

Figura 3 – Média de lagartas de *Plutella xylostella* por planta de couve manteiga ao longo de sete semanas em canteiros com diferentes intervalos de liberação.....100

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

Tabela 1 – Análise de variância dos Modelos Lineares Generalizados (GLMs) testando os efeitos das variáveis bióticas e abióticas sobre *P. xylostella* e sobre seus inimigos naturais nativos em Tangará da Serra – MT (Março de 2016 a Fevereiro de 2017).....35

Tabela 2 – Valor de importância relativa e número de modelos que utilizam cada variável preditiva para explicar a flutuação populacional de *P. xylostella* e inimigos naturais nativos.....35

Tabela 3 – Média ( $\pm$  desvio padrão) de lagartas e pupas de *Plutella xylostella*, lagartas/pupas parasitadas, coletadas em cultivo de couve manteiga, e média da temperatura ( $^{\circ}$ C), Umidade Relativa (%) e total de Precipitação (mm), nas estações de Chuva e Seca em Tangará da Serra – MT.....36

Tabela 4 – Média ( $\pm$  desvio padrão) mensal de lagartas e pupas de *Plutella xylostella* e lagartas/pupas parasitadas, e seus parasitoides *Apanteles* sp. e *Oomyzus sokolowskii* coletadas em cultivo de couve manteiga, nas estações de Chuva e Seca (Março de 2016 a Fevereiro de 2017) em Tangará da Serra – MT.....37

Tabela 5 – Lista de produtos utilizados para controle de *Plutella xylostella* em cultivo de couve manteiga de março de 2016 a fevereiro de 2017, com seus respectivos Ingrediente Ativo, Nome Comercial, Grupo Químico, Modo de Ação, Recomendações e Compatibilidade.....42

### Capítulo 2

Tabela 1 – Número de folhas avaliadas (N), número máximo e média ( $\pm$  desvio padrão) de ovos de *Plutella xylostella* por folha e parasitados por *Trichogramma pretiosum* de acordo com ordem das folhas de couve manteiga.....60

Tabela 2 – Número máximo e média ( $\pm$  desvio padrão) de ovos de *Plutella xylostella* e parasitados por *Trichogramma pretiosum* na superfície adaxial e abaxial de folhas de couve manteiga.....60

Tabela 3 – Número máximo e média ( $\pm$  desvio padrão) de ovos de *Plutella xylostella* e parasitados por *Trichogramma pretiosum* na região superior, mediana e inferior das folhas de couve manteiga.....61

Tabela 4 – Média da Porcentagem de ovos parasitados, temperatura ( $^{\circ}$ C) e Umidade relativa (%) durante a realização do experimento em área externa.....61

### Capítulo 3

Tabela 1 – Médias do total de folhas nas plantas avaliadas (TF), das folhas danificadas por *Plutella xylostella* (FD), área foliar consumida em  $\text{cm}^2$  (AC) e das folhas comerciais

(FC) e percentual de redução da produção (RP), sete dias após a inoculação (DAI) das lagartas.....78

Tabela 2 – Médias do total de folhas nas plantas avaliadas (TF), das folhas danificadas por *Plutella xylostella* (FD), área foliar consumida em cm<sup>2</sup> (AC) e das folhas comerciais (FC) e percentual de redução da produção (RP) 10 dias após a inoculação (DAI) das lagartas.....78

#### **Capítulo 4**

Tabela 1 – Descrição dos produtos utilizados no tratamento controle.....97

Tabela 2 – Porcentagem de ovos sentinela parasitados, em cultivo de couve manteiga com liberações nas densidades de 150 e 300 mil vespas de *Trichogramma pretiosum* por hectare e um tratamento controle com aplicações de inseticida.....99

Tabela 3 – Avaliação (%) de ovos sentinela parasitados, em cultivos de couve manteiga com liberações de *Trichogramma pretiosum* (300 mil vespas/ha) em três intervalos de liberação.....100

## Sumário

<b>Introdução Geral.....</b>	<b>17</b>
<b>Capítulo I - <i>Plutella xylostella</i> L. (Lepidoptera: Plutellidae) e seus inimigos naturais: Flutuação populacional e influência de fatores bióticos e abióticos em cultivo comercial de couve manteiga .....</b>	<b>26</b>
Resumo .....	27
Abstract .....	28
1.Introdução .....	29
2.Material e métodos .....	30
2.1.Área do estudo e cultivo comercial de couve manteiga.....	30
2.2 Método de amostragem de <i>P. xylostella</i> e inimigos naturais.....	31
2.3 Obtenção dos dados abióticos.....	31
2.4 Análise estatística.....	32
3. Resultados e discussão .....	33
3.1 <i>P. xylostella</i> e os inimigos naturais da área.....	33
3.2 Relação entre <i>P. xylostella</i> e seus parasitoides com fatores bióticos e abióticos.....	34
3.2.1 Estação .....	36
3.2.2 Amplitude térmica e precipitação total.....	38
3.2.3. Manejo de pragas.....	41
4 Conclusões.....	44
5 Agradecimentos.....	44
6 Referências .....	45
<b>Capítulo II - Preferência de oviposição de <i>Plutella xylostella</i> L. (Lepidoptera: Plutellidae) e de parasitismo de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em couve (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Acephala</i>).....</b>	<b>50</b>
Resumo .....	51
Abstract .....	52
1.Introdução .....	53
2.Material e métodos .....	54
2.1.Criação de <i>Plutella xylostella</i> .....	54
2.2.Criação de <i>Trichogramma pretiosum</i> .....	55
2.3.Cultivo de couve manteiga .....	56

2.4.Experimento 1 – Oviposição de <i>P. xylostella</i> e parasitismo de <i>T. pretiosum</i> .....	57
2.5.Experimento 2 – Horário de parasitismo .....	59
2.6.Análise estatística.....	59
3.Resultados .....	59
3.1.Distribuição dos ovos .....	59
3.2.Horário de parasitismo .....	61
4.Discussão.....	62
5.Conclusão .....	65
6.Agradecimentos .....	65
7.Referências .....	65
<b>Capítulo III - Avaliação do consumo foliar e determinação do nível de dano econômico para a traça das crucíferas em couve manteiga .....</b>	<b>70</b>
Resumo .....	71
1.Introdução .....	73
2.Material e métodos .....	74
2.1.Cultivo de couve .....	74
2.2.Criação de <i>Plutella xylostella</i> .....	74
2.3.Bioensaio: Número de folhas danificadas e consumo foliar .....	75
2.4.Medição da área foliar .....	76
2.5.Determinação do nível de dano econômico (NDE) .....	76
2.6.Análise estatística.....	77
3.Resultados e discussão.....	77
3.1.Número de folhas danificadas e consumo foliar .....	77
3.2.Nível de dano econômico (NDE) .....	80
4.Conclusão .....	84
5.Agradecimentos .....	85
6.Referências .....	85
<b>Capítulo IV - <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de <i>Plutella xylostella</i> L. em cultivo de couve manteiga .....</b>	<b>89</b>
Resumo .....	90
Abstract .....	91
1.Introdução .....	92
2. Material e métodos .....	93

2.1.Criação do parasitoide <i>T. pretiosum</i> .....	93
2.2.Área experimental: Cultivo comercial de couve manteiga.....	94
2.3.Experimento 1: Quantidades de parasitoides liberados .....	96
2.4.Experimento 2: Intervalos de liberação de parasitoides .....	97
2.5.Análise estatística.....	98
3.Resultados .....	98
3.1.Experimento 1: Quantidades de parasitoides .....	98
3.2.Experimento 2: Intervalos de liberação de parasitoides .....	99
4.Discussão.....	100
5.Conclusão .....	103
6.Agradecimentos .....	103
7.Referências .....	103
<b>Considerações finais .....</b>	<b>108</b>
<b>Referências.....</b>	<b>110</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente a população mundial é de aproximadamente 7,7 bilhões de pessoas e projeções divulgadas pelas Nações Unidas estimam que a população chegará a 12,3 bilhões em 2100 (Lutz e Samir, 2010; United Nations, 2013; Gerland et al., 2014). Esse rápido crescimento populacional e consequente aumento na demanda por alimentos, traz consigo diversos desafios, entre eles, a preservação ambiental, o controle de pragas e a produção de alimentos saudáveis.

O aumento da demanda por alimentos e a preservação do meio ambiente, são problemas aparentemente antagônicos, pois muitas vezes, para aumentar a produção de alimentos, é necessário expandir a fronteira agrícola, e para isso, áreas são desmatadas eliminando toda sua biodiversidade. Três bilhões de hectares no mundo são terras agricultáveis, e destas, mais de 1,5 bilhão de hectares estavam sendo usadas em 2013, portanto, ainda há muitas terras com potencial agrícola, e o Brasil é um país propenso a esta expansão agrícola (Lal, 1990; FAO, 2013; Saath e Fachinello, 2018).

Outro desafio para aumentar a produção de alimentos é o surgimento de pragas. Ao adotarmos o sistema de monocultivos em grandes áreas, favorecemos os organismos que utilizam esse recurso, fazendo com que as suas populações cresçam e passem a competir com o interesse humano pelo alimento. A partir disso, passamos a chamar esses organismos de “pragas”, sejam elas microrganismos, plantas ou animais (Gallo et al., 2002). E ainda, para combater as pragas, são utilizados, na maioria das vezes, agrotóxicos, os quais acarretam diversos problemas ao meio ambiente e à saúde humana (Carson, 1962; Heckel, 2012). Ou seja, tentamos solucionar o desafio de se produzir mais alimentos para a população humana, mas instituímos problemas ambientais, tornando-se um ciclo vicioso.

Além da demanda por alimentos, no Brasil, é crescente a busca por alimentos mais saudáveis, como frutas e hortaliças, e até mesmo a demanda por alimentos orgânicos (Camargo Filho e Camargo, 2010). Entre as diversas hortaliças, a couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) tem se destacado devido às suas propriedades nutricionais, chegando a uma produção de 55 toneladas no estado de São Paulo em 2010 (Camargo Filho e Camargo, 2010).

Todavia, o cultivo intensivo de couve manteiga, favorece o surgimento da traça das crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), um

microlepidóptero cosmopolita, com distribuição em todas as regiões produtoras de brássicas no mundo (Talekar e Shelton, 1993; Kfir, 1998; Sarfraz et al., 2005; 2006).

Os adultos são de coloração parda, com aproximadamente 10 mm, os ovos são de coloração amarelo-alaranjados, elípticos, aplanados, com relevos ondulados, sendo que cada fêmea põe em média 160 ovos durante o ciclo (Medeiros et al., 2003), estimativa que podem variar de acordo com a temperatura. As lagartas apresentam quatro instares, no primeiro instar fazem galerias, se alimentando do parênquima foliar por cerca de três dias, quando passam a se alimentar da epiderme, perfurando as folhas. Inicialmente as lagartas são de coloração esbranquiçada, mas adquirem coloração verde ao longo do desenvolvimento. Após o último instar, tecem um casulo de seda branca, geralmente na superfície adaxial das folhas (Bhalla e Dubey 1986; Imenes et al. 2002).

A traça das crucíferas, é um inseto com ciclo de vida curto, no qual a temperatura é fator determinante; em temperaturas mais elevadas o ciclo pode se dar em apenas 12 dias, e em regiões mais frias, esse período varia de 15 a 35 dias (Medeiros et al., 2003). O número de gerações por ano varia de acordo com as condições climáticas e disponibilidade de alimento, o que faz com que as populações variem muito de um ano a outro e em diferentes localidades (Castelo Branco et al., 1997; Dias et al., 2004).

Diversos estudos mostram que *P. xylostella* ocorre durante todo o ano no Brasil, possivelmente devido ao fato das áreas de cultivo ocorrerem ao longo do ano, com plantas em diferentes idades, proporcionando à praga alimento abundante e contínuo (Castelo Branco et al., 1997; Marchioro e Foerster, 2016). Por ser uma praga de ciclo curto e alto potencial reprodutivo, é um fator limitante para o cultivo de crucíferas em áreas tropicais (Ulmer et al., 2002; De Bortoli et al., 2013). Os danos provocados por *P. xylostella*, podem chegar a 100% de perda da produção, com custo de perdas e de manejo estimados em cinco bilhões de dólares anualmente no mundo (Talekar e Shelton, 1993; Boiça Júnior et al., 2005; Furlong et al., 2013).

Para o controle desta praga, a principal estratégia é a aplicação de inseticidas. Porém, o uso destes insumos apresenta fatores de risco, como resíduos nos alimentos, principalmente em hortaliças, que na grande maioria são consumidas *in natura*, podendo assim ocasionar efeitos colaterais na saúde, além de impactos ambientais e do surgimento de populações resistentes da praga. Até o momento, há

o registro de 862 casos de resistênciã de *P. xylostella* a diferentes moléculas químicas (Castelo Branco et al., 2001; 2003; Köhler e Triebkorn, 2013; Heckel, 2012; Lamichhane, 2017; Arthropod Pesticide Resistance Database, 2018).

Uma alternativa promissora para o controle de pragas em hortaliças é o uso de inimigos naturais, como a liberaçã de parasitoides do gênero *Trichogramma*. Esses organismos sã microvespas que parasitam ovos impedindo a eclosã das lagartas, sendo assim mais eficientes que produtos químicos, os quais controlam a praga depois do dano já ter sido causado (Parra et al., 1987), e, além disso, nã oferecem risco a outras espécies animais, nem à saúde dos consumidores de hortaliças.

Diversos trabalhos mencionam o uso de *Trichogramma* em diferentes culturas e demonstram a importãncia destes parasitoides para a manutençã da populaçã de pragas abaixo do nível de dano econômico (Sá e Parra, 1993; Botelho et al. 1999; Cruz et al. 1999; Foerster e Avanci, 1999; Moreira, 1999; Haji et al. 2002; Parra e Zucchi, 2004), tendo se destacado como o agente de controle biológico mais utilizado no controle de pragas no mundo (Van Lenteren e Bueno, 2003).

No Brasil, estudos foram realizados para o controle de diversas espécies de importãncia econômica e também já se verificou a ocorrênciã natural de *Trichogramma* parasitando pragas em diferentes agroecossistemas (Oliveira et al., 2005; Querino e Zucchi, 2012; Dequech et al., 2013; Massaroli et al., 2014; Souza et al., 2016; Querino et al., 2016; 2017; Dudczak et al., 2017).

O conhecimento de aspectos biológicos de *Trichogramma* spp. também é fundamental para o sucesso em programas de liberaçã, e estudos dessa natureza já foram realizados em diferentes hospedeiros e temperaturas em condições laboratoriais (Cañete e Foerster, 2003; Pereira et al., 2004; Beserra e Parra, 2004; Foresti et al., 2012).

Para que o uso desses inimigos naturais em hortaliças seja realizado com êxito, é necessário conhecer a dinãmica populacional das espécies pragas, bem como conhecer o desempenho do inimigo natural sobre as pragas que ocorrem com maior frequênciã. De acordo com Oliveira et al. (2005), um dos fatores responsáveis, pelo sucesso ou fracasso da utilizaçã de *Trichogramma* no controle de lepidópteros-praga, é o conhecimento de parâmetros biológicos deste parasitoide, quando associado a determinado hospedeiro alvo e à fase embrionária desse hospedeiro.

Estudos sobre essa dinâmica populacional de pragas em hortas, bem como sobre o desempenho e técnicas de uso de *Trichogramma* para o controle dessas pragas hortícolas são escassos. Desta forma, estudos que visem o conhecimento e o desenvolvimento de técnicas de controle de pragas, baseadas no controle biológico, são fundamentais para que menos produtos químicos sejam aplicados na natureza, contribuindo para a conservação da biodiversidade, bem como para que hortaliças mais saudáveis sejam produzidas para o consumo *in natura*.

Assim, o objetivo desta tese é produzir conhecimentos que sirvam como base para o manejo biológico da traça das crucíferas. Para atender a este objetivo, a tese está dividida em quatro capítulos. No primeiro capítulo é apresentada a flutuação populacional da traça das crucíferas e seus inimigos naturais e a influência de fatores bióticos e abióticos sobre essas espécies. O segundo capítulo, apresenta a preferência de oviposição da traça das crucíferas e de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de semi-campo. No terceiro capítulo, foi avaliado o consumo foliar e determinado o nível de dano econômico (NDE) e o nível de controle (NC) para a praga, uma vez que estes valores não haviam sido estimados. E, no último capítulo, são expostos os resultados de dois experimentos de campo, onde se utilizou *T. pretiosum* para controlar a população da praga em cultivo de couve manteiga.

Espera-se que os resultados encontrados concertem de base e inspiração para o manejo da traça das crucíferas de forma mais consciente e sustentável, colaborando assim com a preservação da biodiversidade.

## REFERÊNCIAS

Arthropod Pesticide Resistance Database, 2018. Arthropod Pesticide Resistance Database, [www.pesticideresistance.org/](http://www.pesticideresistance.org/). Acessado em 12/04/2018.

Beserra, E. B. e J. R. P. Parra. 2004. Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). Revista Brasileira de Entomologia, 48: 119-126. <https://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262004000100020>

Bhalla, O. P. e J. K. Dubey. 1986. Bionomics of the diamondback moth in the northwestern Himalaya. Diamondback Moth Management Proceedings of the First International Workshop, Tainan, Taiwan, 11-15 March, 1985: 55-61.

Boiça Júnior, A. L., C. A. M. Medeiros, A. L. Torres e N. R. Chagas Filho. 2005. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. Arquivos do Instituto Biológico, 72: 45-50.

Botelho, P.S.M., J. R. P. Parra, J. F. Chagas Neto e C. P. B. Oliveira. 1999. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis*, (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 28: 491–6.

Camargo Filho, W.P. e F. P. Camargo. 2010. Acomodação da produção olerícola no Brasil e em São Paulo, 1990 – 2010: Análise, Perspectiva e Tendências 2015. Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br>. Acesso em 10.12.2015.

Cañete, C. L. e L. A. Foerster. 2003. Incidência natural e biologia de *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera, Noctuidae). Revista Brasileira de Entomologia, 47: 201-204. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262003000200008>

Carson, R. 1962. Silent Spring, Houghton Miffl in, Boston. Tradução de Claudia Sant'Anna Martins,- 1 ed - São Paulo: Gaia, 2010.

Castelo Branco, M., F. H. França e G. L. Villas Boas. 1997. Traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*). Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 4p. Comunicado técnico, 4.

Castelo Branco, M., F. H. França, L. A. Pontes e P. S. T. Amaral. 2003. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. Horticultura Brasileira, 21: 549-552. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362003000300027>

Castelo Branco, M., F. H. França, M. A. Medeiros e J. G. T. Leal. 2001. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. Horticultura Brasileira, 19: 60-63. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362001000100012>

Cruz, I., M. L. C. Figueiredo e M. J. Matoso. 1999. Controle Biológico de *Spodoptera frugiperda* Utilizando o Parasitóide de Ovos *Trichogramma*. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 40p. EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 30.

De Bortoli, S. A., A. M. Vacari, R. M. Goulart, A. S. Ferraud e H. X. L. Volpe. 2013. Classification of crucifer cultivars based on the life-history of diamondback moth (*Plutella xylostella*). International Journal of Pest Management, 59: 73-78. <https://dx.doi.org/10.1080/09670874.2013.765057>

Dequech, S. T. B., C. S. V. S. Camera, L. P. Ribeiro, R. B. Querino e S. Poncio. 2013. Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* eggs and natural parasitism by *Trichogramma* in maize. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35: 295-300. <https://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.16769>

Dias, D.G.S., C. M. S. Soares e R. Monnerat. 2004. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. *Horticultura Brasileira*, 22: 553-556. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000300010>

Dudczak, A. C., R. B. Querino, M. R. Foerster e L. A. Foerster. 2017. First Occurrence of *Trichogramma bruni* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Parasitizing Eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Erebidæ) in Brazil. *Neotropical Entomology*, 46: 471. <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0521-3>

FAO, 2013. *Fao statistical yearbook 2013 world food and agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome p. 307, 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00.htm>

Foerster, L. A. e M. R. F. Avanci. 1999. Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidæ) in soybeans. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28, 3, 545-548. <https://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591999000300025>

Foresti, J., M. S. Garcia, O. Bernardi, M. Zart e A. M. Nunes. 2012. Biologia, Seleção e Avaliação de Linhagens de *Trichogramma* spp. para o Controle da Lagarta-da-Espiga em Milho Semente. *EntomoBrasilis*, 5: 43-48.

Furlong, M. J., D. J. Wright e L. M. Dosdall. 2013. Diamondback Moth Ecology and Management: Problems, Progress, and Prospects. *Annual Review of Entomology*, 58, 517–541. <https://dx.doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605>

Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R. P. L. Carvalho, G. C. Baptista, E. Berti Filho, J. R. P. Parra, R. A. Zucchi, S. B. Alves, J. D. Vendramim, L. C. Marchini, J. R.S. Lopes, C. Omoto. 2002. *Entomologia Agrícola*, Biblioteca de Ciências Agrárias - FEALQ, Volume 10, Piracicaba, 920 p.

Gerland, P., A. E. Raftery, H. Evikova, N. Li, D. Gu, T. Spoorenberg, e J. Wilmoth. 2014. World population stabilization unlikely this century. *Science*, 346: 234–237. <https://dx.doi.org/10.1126/science.1257469>

Haji, F. N. D., L. Prezotti, J. S. Carneiro e J. A. Alencar. 2002. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas em tomateiro industrial. In: Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. *Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores*. São Paulo: Manole, p. 477-494.

Heckel, D. G. 2012. Insecticide resistance after silent spring. *Science*. 337: 1612–1614. <https://doi.org/10.1126/science.1226994>

Imenes, S. D. L., T. B. Campos, S. M. Rodrigues Netto e E. C. Ergmann. 2002. Avaliação da atratividade de feromônio sexual sintético da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em cultivo orgânico de repolho. Arquivos do Instituto Biológico, 69: 81-84.

Kfir, R. 1998. Origin of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Annals of the Entomological Society of America, 91: 164–167. <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/91.2.164>

Köhler, H. R. e R. Triebkorn. 2013. Wildlife ecotoxicology of pesticides: Can we track effects to the population level and beyond? Science. 341: 759–765. <https://doi.org/10.1126/science.1237591>

Lal, R. 1990. Soil Erosion and Land Degradation: The Global Risks. Advances in Soil Science, 129–172. [https://dx.doi.org/10.1007/978-1-4612-3322-0\\_4](https://dx.doi.org/10.1007/978-1-4612-3322-0_4)

Lamichhane, J. R. 2017. Pesticide use and risk reduction in European farming systems with IPM: An introduction to the special issue. Crop Protection, 97: 1–6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.017>

Lutz, W. e K. C. Samir. 2010. Dimensions of global population projections: What do we know about future population trends and structures? Philosophical Transactions of The Royal Society B, 365: 2779–2791 <https://dx.doi.org/10.1098/rstb.2010.0133>

Marchioro, C. A. e L. A. Foerster. 2016. Biotic factors are more important than abiotic factors in regulating the abundance of *Plutella xylostella* L., in Southern Brazil. Revista Brasileira de Entomologia, 60: 328–333. <https://dx.doi.org/10.1016/j.rbe.2016.06.004>

Massaroli, A., A. R. Butnariu e A. K. Doetzer. 2014. Occurrence of *Trichogramma* Parasitoids in Eggs of Soybean Lepidopteran Pests in Mato Grosso, Brazil International Journal of Biology, 6: 97-103. <http://dx.doi.org/10.5539/ijb.v6n2p97>

Medeiros, P. T., J. M. C. S. Dias, R. G. Monnerat e N. R. Souza. 2003. Instalação e manutenção de criação massal da traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*). Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 4p, Circular técnica, 29.

Moreira, J. O. T. 1999. *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) como agente de controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro, *Lycopersicon esculentum* Mill: Aspectos biológicos e eficiência em campo. Ph.D. thesis, Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 84p.

Oliveira, H. N., D. Pratisoli e L. P. Dalvi. 2005. Ocorrência de *Trichogramma exiguum* Pinto e Platner (Hym.: Trichogrammatidae) na cultura do milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 4: 259-261. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v4n2p259-261>

- Parra, J. R. P. e R. A. Zucchi. 2004. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. *Neotropical Entomology*, 33: 271-281. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000300001>
- Parra, J. R. P., R. A. Zucchi e S. Silveira Neto. 1987. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 82: 153-160.
- Pereira, F. F., R. Barros, D. Pratisoli e J. R. P. Parra. 2004. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Neotropical Entomology*, 33: 231-236. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000200014>
- Querino, R. B. e R. A. Zucchi. 2012. Guia de identificação de *Trichogramma* para o Brasil – 2. ed. –Brasília, DF:Embrapa.
- Querino, R. B., J. V. Mendes, V. A. Costa e R. A. Zucchi. 2017. New species, notes and new records of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. *Zootaxa* 4232: 137–143. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4232.1.11>
- Querino, R. B., N. N. P. Silva e R. A. Zucchi. 2016. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. *Ciência Rural*, 46: 1521-1523. <https://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20151352>
- Sá, L. A. N. e Parra, J. R. P. 1993. Efeito do número e intervalo entre liberações de *Trichogramma pretiosum* riley no parasitismo e controle de *Helicoverpa zea* (Boddie), em milho. *Scientia Agricola*, 50: 355-359. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161993000300006>
- Saath, K. C. O. e A. L. Fachinello. 2018. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 56: 195-212. <https://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>
- Sarfraz, M., A. B. Keddie e L. M. Dossall. 2005. Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review. *Biocontrol Science and Technology*, 15: 763-789. <https://dx.doi.org/10.1080/09583150500136956>
- Sarfraz, M., L. M. Dossall e B. A. Keddie. 2006. Diamondback moth–host plant interactions: Implications for pest management, *Crop Protection*, 25: 625-639. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.09.011>
- Souza, A. R., T. A. Giustolin, R. B. Querino e C. D. Alvarenga. 2016. Natural Parasitism of Lepidopteran Eggs by *Trichogramma* Species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Agricultural Crops in Minas Gerais, Brazil. *Florida Entomologist*, 99: 221-225. <https://doi.org/10.1653/024.099.0210>

Talekar, N. S. e A. M. Shelton. 1993. Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth. *Annual Review of Entomology*, 92: 275–301. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>

Ulmer, B., C. Gillott, D. Woods e M. Erlandson. 2002. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. *Crop Protection*, 21: 327-331. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00014-5](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00014-5)

United Nations, 2013. United Nations, World Population Prospects: The 2012 Revision (Population Division, Dept. of Economic and Social Affairs, United Nations, New York)

Van Lenteren, J. C. e V. H. Bueno. 2003 Augmentative biological control of arthropods in Latin America. *BioControl*, 48: 123-139. <https://doi.org/10.1023/A:1022645210394>

## CAPITULO I

***Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) e seus inimigos naturais:  
Flutuação populacional e influência de fatores bióticos e abióticos em cultivo  
comercial de couve manteiga**

Revista pretendida: *Agriculture, Ecosystems e Environment*, ISSN (0167-8809),  
Fator de Impacto = 3.541, Qualis CAPES (Biodiversidade) = A1

## RESUMO

Entre 4 e 5 bilhões de dólares são gastos anualmente no mundo, somando os prejuízos e os custos de manejo da traça das crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). Por isso, estudos para uma melhor compreensão da praga e de seus inimigos naturais são fundamentais para que novas estratégias de controle sejam estudadas, a fim de que possamos aumentar a produção de alimentos para suprir a demanda mundial, que estes alimentos sejam saudáveis e que o meio ambiente seja preservado para as futuras gerações. O presente estudo teve como objetivo (1) entender a flutuação populacional de *P. xylostella* na cultura da couve, (2) conhecer os parasitoides larvais associados a esta praga, e (3) avaliar os fatores bióticos e abióticos que afetam a dinâmica populacional da praga e seus parasitoides em cultivos comerciais de couve manteiga no município de Tangará da Serra - MT. A flutuação populacional de *P. xylostella* foi avaliada de março de 2016 a fevereiro de 2017. Ao longo dos 12 meses de amostragem foram coletadas 4.310 lagartas e pupas e destas, 640 (15%) estavam parasitadas por inimigos naturais nativos. Duas espécies de parasitoides larvais foram registradas: *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) e *Apanteles* sp. (Förster) (Hymenoptera: Braconidae). A precipitação e a liberação de parasitoides de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foram os fatores que mais influenciaram na flutuação populacional de *P. xylostella*. Já os parasitoides nativos foram afetados pela utilização de inseticidas não seletivos. Assim, os dados obtidos no presente estudo irão contribuir na compreensão das interações entre a praga e o ambiente, para melhorar as estratégias de controle de modo a contribuir com a preservação da biodiversidade.

**PALAVRAS CHAVE:** Traça das crucíferas, *Oomyzus sokolowskii*, *Apanteles*, *Trichogramma pretiosum*, *Brassica oleracea* var. *acephala*.

*Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) and its natural enemies: Population fluctuation and influence of biotic and abiotic factors in commercial cultivation of collard greens

### ABSTRACT

Between four and five billion dollars are spent annually in the world, adding up to the losses and costs of handling the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). It is therefore imperative that new control strategies be investigated, to increase food production to meet world demand, that these foods are healthy and that the environment is preserved for future generations. The present study aimed to (1) understand the population fluctuation of *P. xylostella*, (2) to know the larval parasitoids associated with this pest, and (3) to evaluate the biotic and abiotic factors that affect the population dynamics of the pest and its parasitoids in commercial crops of collard greens in Tangará da Serra, Mato Grosso state, Brazil. The population fluctuation of *P. xylostella* was evaluated from March 2016 to February 2017. During the 12 months of sampling, 4,310 caterpillars and pupae of *P. xylostella* were collected and 640 (15%) were parasitized by native natural enemies. Two species of larval parasitoids were recorded: *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) and *Apanteles* sp. (Förster) (Hymenoptera: Braconidae). The precipitation and the release of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) were the factors that most influenced the population fluctuation of *P. xylostella*. The native parasitoids were affected by the use of non-selective insecticides. The data obtained in the present study will contribute to the understanding of the interactions between the host and the environment and to improve the control strategies in order to contribute to the preservation of biodiversity.

**KEY WORDS:** Diamondback moth; *Oomyzus sokolowskii*; *Apanteles*; *Trichogramma pretiosum*; *Brassica oleracea* var. *acephala*.

## 1. INTRODUÇÃO

Anualmente são gastos no mundo aproximadamente cinco bilhões de dólares, somando os prejuízos e os custos de manejo da traça das crucíferas *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) (Zalucki et al., 2012). Esta é a principal praga em cultivos da família Brassicaceae, que inclui hortaliças consumidas no mundo todo, como o repolho, brócolis, couve-flor, couve manteiga, rabanete, mostarda, entre outras (Talekar e Shelton, 1993; Judd et al., 2009).

O cultivo dessas hortaliças cresceu nos últimos anos devido às mudanças no hábito alimentar da população, que passou a consumir hortaliças com maior frequência e a exigir produtos de melhor qualidade (Camargo Filho e Camargo, 2010). No entanto, o aumento das demandas destas hortaliças e a busca por alimentos saudáveis, muitas vezes acabam sendo comprometidos devido à ocorrência de *P. xylostella*, uma vez que seu controle é realizado, na maioria das vezes, através de inseticidas químicos (Andrews et al., 1990; Beck e Cameron, 1992; Subramanian et al., 2010).

Tais produtos químicos, no entanto, apresentam fatores de risco, como impactos ambientais, resíduos nos alimentos, principalmente em hortaliças, que, na grande maioria, são consumidas *in natura*, podendo assim ocasionar efeitos colaterais na saúde e o surgimento de populações resistentes da praga. Até o momento, estão registrados 862 casos de *P. xylostella* resistente a diferentes moléculas químicas (Köhler e Triebkorn, 2013; Heckel, 2012; Lamichhane, 2017; Arthropod Pesticide Resistance Database, 2018).

Por isso, é fundamental que novas estratégias de controle sejam estudadas, a fim de que possamos aumentar a produção de alimentos para suprir a demanda mundial, que estes alimentos sejam saudáveis e que o meio ambiente seja preservado para as futuras gerações, pois as discussões sobre os impactos destes produtos ao ambiente já se estendem por mais de 50 anos, desde Carson (1962).

Entre as estratégias de controle, os parasitoides são uma boa opção. Eles são capazes de manter a praga em baixa densidade populacional e algumas vezes são espécie-específicos, que não colocam em risco outras espécies (Sarfraz et al., 2005). Para *P. xylostella* são conhecidas mundialmente mais de 135 espécies de parasitoides que atuam em vários estágios de desenvolvimento da praga, as mais comuns são seis espécies de parasitoides de ovos (gêneros: *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea*), 38

de larvas (gêneros: *Diadegma*, *Microplitis*, *Cotesia*, *Oomyzus* e *Diadromus*) e 13 parasitóides de pupas (Gênero: *Diadromus*) (Lim, 1986; Talekar e Shelton 1993).

Para que novas estratégias de controle possam ser desenvolvidas, é necessário determinar a dinâmica populacional da praga e de seus inimigos naturais, bem como a influência de fatores bióticos e abióticos, uma vez que, em diferentes regiões, há cenários distintos de produção de brássicas. Neste sentido, são escassos os estudos sobre *P. xylostella* no estado de Mato Grosso, localizado na região centro-oeste do Brasil, que possui uma alta biodiversidade, visto que o estado abrange biomas como a Amazônia, Cerrado, além do Pantanal. Logo, a biodiversidade é ameaçada toda vez que produtos químicos são utilizados para o controle de pragas, seja em pequenas culturas como as hortaliças ou grandes culturas que são cultivadas na região.

Pelo exposto, estudos para conhecer a dinâmica de *P. xylostella* e seus parasitoides naturais são fundamentais para que produtores possam ser incentivados a utilizar outras alternativas de controle para esta praga. O presente estudo teve como objetivo (1) conhecer a flutuação populacional de *P. xylostella*, (2) conhecer os parasitoides larvais associados a esta praga, e (3) avaliar os fatores bióticos e abióticos que afetam a dinâmica populacional da praga e seus parasitoides em cultivos comerciais de couve manteiga no município de Tangará da Serra - MT.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área do estudo e cultivo comercial de couve manteiga**

O estudo foi realizado em uma área hortícola comercial, no município de Tangará da Serra - MT, à 20 Km do centro (14°40'16" S, 57°17'26" O). A área total da propriedade é de aproximadamente sete hectares, onde são cultivadas diversas hortaliças em sistema convencional e hidropônico, como alface (americana, crespa e de cabeça), salsa, cebolinha verde, coentro, rúcula, feijão de vagem e couve manteiga, podendo estas variar de acordo com a demanda local. A propriedade é cercada frontal e lateralmente por área de pastagem e mato próximo da rodovia e, na outra lateral e nos fundos é cercada por área de mata.

Entre as hortaliças, é cultivada a couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) (Brassicaceae). O levantamento populacional foi feito em blocos de 50 m x 45 m, divididos em canteiros. Os canteiros possuem 1,10 m de largura e 0,50 m entre

canteiros, sendo cultivadas três plantas por linha. Porém, o tamanho da área cultivada com a cultura e o tamanho dos blocos variam de acordo com as demandas do mercado regional.

O cultivo da couve manteiga é realizado de acordo com as recomendações agrônômicas e com conhecimento empírico adquirido pelo produtor ao longo de sua experiência no ramo.

## **2.2 Método de amostragem de *P. xylostella* e inimigos naturais**

A flutuação populacional de *P. xylostella* foi avaliada de março de 2016 a fevereiro de 2017, com três amostragens por mês, totalizando 36 coletas. Durante as coletas, todos os blocos (50 x 45 m) cultivados com couve manteiga na propriedade foram amostrados manualmente. Em alguns meses havia dois ou três blocos de acordo com as demandas da região. Em cada bloco eram avaliadas 30 plantas ao acaso, cada planta foi avaliada em toda sua extensão, quanto à presença de *P. xylostella* nas fases de lagarta ou pupa.

Os espécimes encontrados foram acondicionados em recipientes plásticos de 145 ml e levados ao Laboratório de Entomologia do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais (CPEDA) da Universidade do Estado de Mato Grosso câmpus Professor Eugênio Carlos Stieler, em Tangará da Serra (UNEMAT), onde eram alimentados com dieta natural (couve manteiga) oriunda de cultivo em casa de vegetação. Os espécimes foram mantidos até a emergência de adultos ou de parasitoides.

Exemplares dos parasitoides emergidos foram encaminhados a especialistas para identificação e depositados na Coleção de Insetos Entomófagos “Oscar Monte” (IB-CBE), do Instituto Biológico (Campinas, SP, Brasil), com o número de referência IB-CBE-680.

## **2.3 Obtenção dos dados abióticos**

Durante as coletas, foram obtidos com o produtor os dados de manejo utilizado na cultura, como a utilização de produtos químicos, juntamente com o grupo químico, o modo de ação e a classificação quanto a compatibilidade. Essa classificação de compatibilidade foi determinada com o auxílio de um aplicativo disponibilizado pela Koppert®, no qual os produtos são classificados como “compatíveis”, “moderadamente compatíveis” ou “incompatíveis” com as liberações de

*T. pretiosum*. Ou, a utilização de produtos biológicos (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (bactéria) e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (parasitoide).

A amplitude térmica (°C), umidade relativa (%) (UR) e precipitação (mm), foram obtidas da estação meteorológica da UNEMAT, localizada a 12 km de distância da área de estudo. Os dados climáticos foram testados quanto à sua influência na ocorrência de *P. xylostella* e seus inimigos naturais.

## 2.4 Análise Estatística

Todas as análises descritas a seguir foram realizadas utilizando o software R, versão 3.4.1 (R Development Core Team, 2017). Os dados obtidos de *P. xylostella* e seus inimigos naturais, foram submetidos a análise de variância (Anova a 5%), e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% (Scott e Knott, 1974) pelo pacote ScottKnott (Jelihovschi et al., 2014). Para avaliar a influência dos fatores bióticos e abióticos na flutuação da praga e seus inimigos naturais, se utilizou Modelos Lineares Generalizados (GLMs) (Nelder e Wedderburn, 1972), usando distribuição gaussiana. Foram construídos modelos globais com os GLMs que foram submetidos a seleção de modelos. O primeiro modelo GLM global teve média das lagartas por planta como variável resposta e as variáveis preditivas foram a média de lagartas parasitadas, amplitude térmica média no intervalo de 10 dias (°C), soma da precipitação nos 10 dias de intervalo da coleta, produtos químicos utilizados (compatível ou incompatível), liberação de parasitoides de ovos (100mil ou 200mil) e estação (seca ou chuvosa). No segundo modelo GLM global a variável resposta foi a média de lagartas parasitadas e as preditivas do primeiro modelo global, exceto média de lagartas parasitadas

Os dois modelos globais foram selecionados de acordo com o critério de seleção Akaike (Akaike Second Order Criterion Information) (Burnham e Anderson, 2002) usando a função dredge do pacote MuMIn do R (Barton, 2016). Foram selecionados os melhores modelos de Akaike considerando valores de delta ( $\Delta AICc$ ) < 4 (Burnham e Anderson, 2002), sendo esses modelos considerados como igualmente parcimoniosos e com melhor robustez e ajuste a realidade empírica dos dados (Burnham et al., 2011). Os parâmetros do modelo final foram definidos por um processo de model average, usando a função model.avg do pacote MuMIn. Assim, a média desse modelo é computada a partir da soma dos pesos de todos os modelos

nos quais as variáveis preditivas aparecem selecionadas, fornecendo valores da importância relativa de cada preditiva para a predição da variável resposta (Burnham e Anderson, 2002; Lukacs et al., 2009).

Previamente a construção dos modelos GLMs e da seleção por Akaike, pré-testes de diagnóstico dos dados foram realizados: normalidade, correlação entre as variáveis preditivas e testes de linearidade. Para analisar a normalidade foi feito o teste Shapiro-Wilk nas variáveis resposta e também avaliando graficamente o ajuste dos resíduos dos modelos GLM através dos gráficos de ajuste de quartis preditos pelo modelo e dos dados (QQ Plot) e dos histogramas dos resíduos. Todas as variáveis preditivas foram submetidas ao teste de correlação de Pearson usando função `chart.Correlation` do pacote `Performance Analytics` (Peterson e Carl, 2018). Foi considerado como critério e separação de variáveis com alta multicolinearidade coeficientes de Pearson maiores que 0.70 ou menores que -0.70, evitando sobreposição e mascaramento da real contribuição linear de cada variável preditiva para a predição da variável dependente (Dormann et al., 2013). Para dar ainda mais garantia no controle de multicolinearidade, nós também verificamos o fator de inflação da variância (VIF) nos GLMs usando a função `vif` do pacote `car` (Fox e Weisberg, 2011), considerando como alta multicolinearidade qualquer preditiva com  $vif > 5$  (Zuur et al., 2010).

Também como pré-teste foram conduzidos testes de linearidade entre as variáveis dependentes e as preditivas utilizando testes de Komolgorov-Smirnov e Cramér-Von-Mises (Lin et al., 2002) usando a função `cumres` do pacote `gof` (Holst 2014), com objetivo de verificar se alguma preditiva apresentava relação não-linear com a variável resposta. Os testes de linearidade para cada modelo foram feitos aplicando um modelo LM com as mesmas variáveis dependentes e preditivas que entraram nos modelos GLM e se p-valores dos dois testes fossem menores que 0,05 em relação a alguma preditiva, então sua relação com a dependente seria não linear.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 *P. xylostella* e os inimigos naturais da área**

Ao longo dos 12 meses de amostragem foram coletadas 4.310 lagartas e pupas de *P. xylostella*. Destas, 640 (15 %) estavam parasitadas pelos parasitoides

larvais *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) (Figura 1A) e *Apanteles* sp. (Förster) (Hymenoptera: Braconidae) (Figura 1B).

São conhecidas mundialmente 38 espécies de parasitoides larvais e 13 espécies pupais em *P. xylostella* (Talekar e Shelton, 1993). No Brasil há vários registros; Ferronato e Becker (1984) no Rio Grande do Sul, registraram a presença de três espécies parasitando *P. xylostella* (*Tetrastichus* (= *Oomyzus*) *sokolowskii*; *Apanteles piceotrichosus* (Blanchard) (Hymenoptera: Braconidae); *Spilochalcis* sp. (Hymenoptera: Chalcididae), das quais *O. sokolowskii* foi a espécie dominante. Marchioro e Foerster (2016), no estado do Paraná, registraram *Diadegma leontinae* (Brèthes) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *A. piceotrichosus*, *Siphona* sp. Meigen (Diptera: Tachinidae), e *O. sokolowskii*. Neste estudo, porém, *Apanteles* foi a espécie mais abundante em cultivo de couve-flor (47,5%), enquanto que *O. sokolowskii* não foi registrado nesta cultura, sendo registrado no cultivo de brócolis, em baixa frequência (1,3%). No Distrito Federal, Castelo Branco e Medeiros (2001) registraram quatro espécies de parasitoides da traça das crucíferas, sendo, *Diadegma* sp. e *Actia* sp. (Diptera: Tachinidae), além de *O. sokolowskii* e *Apanteles*, também registrados no presente estudo, e ainda, constataram que *O. sokolowskii* foi a espécie com menor ocorrência, concluindo que isso pode estar relacionado ao baixo poder competitivo do parasitoide, ou também a condições ambientais desfavoráveis.

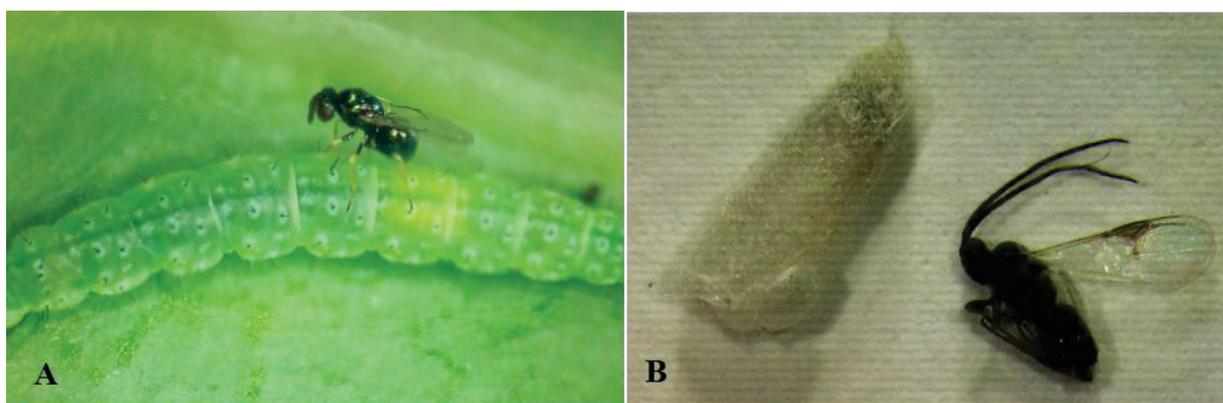


Figura 1 – Parasitoides de *Plutella xylostella*. (A) *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) e (B) *Apanteles* sp. (Förster) (Hymenoptera: Braconidae).

### 3.2 Relação entre *P. xylostella* e seus parasitoides com fatores bióticos e abióticos

Através das análises de GLMs obteve-se a importância relativa das variáveis bióticas e abióticas sobre a densidade populacional de *P. xylostella* e das variáveis abióticas sobre os parasitoides nativos da área. As variáveis que influenciaram

significativamente podem ser observadas na análise de variância dos GLMs (Tabela 1), e a importância relativa de cada variável e o número de modelos em que estas foram consideradas (Tabela 2).

Tabela 1 – Análise de variância dos Modelos Lineares Generalizados (GLMs) testando os efeitos das variáveis bióticas e abióticas sobre *P. xylostella* e sobre seus inimigos naturais nativos em Tangará da Serra – MT (Março de 2016 a Fevereiro de 2017) <sup>1</sup>.

**(a) *P. xylostella* ~ parasitoides nativos + amplitude + precipitação + produto + liberação + estação**

Variável	Razão de verossimilhança	Graus de liberdade	<i>p</i>
Precipitação total	3,849	1	<b>0,049</b>
Liberação de parasitoides de ovos	4,173	1	<b>0,041</b>
Lagartas parasitadas	1,006	1	0,315
Produtos químicos	0,093	1	0,759
Amplitude Térmica (°C)	0,086	1	0,768
Estação (seca ou chuvosa)	0,093	1	0,760

**(b) Parasitoides nativos ~ amplitude + precipitação + produto + liberação + estação**

Variável	Razão de verossimilhança	Graus de liberdade	<i>p</i>
Precipitação total	0,483	1	0,486
Liberação de parasitoides de ovos	1,457	1	0,227
Produtos químicos	4,472	1	<b>0,034</b>
Amplitude Térmica (°C)	0,545	1	0,460
Estação (seca ou chuvosa)	0,809	1	0,368

<sup>1</sup>Apenas os melhores modelos (selecionados de acordo com seus valores AICc) são mostrados. Negrito enfatiza os valores significativos.

Tabela 2 – Valor de importância relativa e número de modelos que utilizam cada variável preditiva para explicar a flutuação populacional de *P. xylostella* e inimigos naturais nativos.

Variável Resposta	Variável Preditiva	Importância Relativa %	Número de Modelos
<b><i>P. xylostella</i></b>	Precipitação total	95	10
	Liberação de parasitoides de ovos	80	8
	Lagartas parasitadas	28	4
	Produtos químicos	18	3
	Amplitude Térmica (°C)	16	3
	Estação (seca ou chuvosa)	12	2
<b>Parasitoides nativos</b>	Produtos químicos	89	10
	Liberação de parasitoides de ovos	48	5
	Estação (seca ou chuvosa)	32	4
	Amplitude Térmica (°C)	22	3
	Precipitação total	14	3

### 3.2.1 Estação

A densidade populacional de *P. xylostella*, bem como o número de lagartas/pupas parasitadas não apresentaram variação significativa quando consideradas as estações de seca e chuva (Tabela 3) corroborando com a análise GLM (Tabela 1 e 2). Quando avaliadas separadamente as espécies de parasitoide, se verificou que *Apanteles* sp. esteve mais presente no período chuvoso, enquanto *O. sokolowskii* se manteve presente o ano todo (Tabela 3). As variáveis climáticas (temperatura, UR e precipitação) apresentaram diferença estatística quando comparadas durante as estações seca e chuvosa (Tabela 3), demonstrando que a variação climática foi de um ano típico da região, constituindo duas estações bem definidas, uma seca, de maio a setembro, e outra chuvosa, de outubro a abril (Dallacort et al. 2011).

Tabela 3 – Média ( $\pm$  desvio padrão) de lagartas e pupas de *Plutella xylostella*, lagartas/pupas parasitadas, coletadas em cultivo de couve manteiga, e média da temperatura ( $^{\circ}$ C), Umidade Relativa (%) e total de Precipitação (mm), nas estações de Chuva e Seca (Março de 2016 a Fevereiro de 2017) em Tangará da Serra – MT.

Parâmetro	Estação <sup>1</sup>		Valor p
	Seca	Chuva	
<b><i>P. xylostella</i> (larva/pupa)</b>	52,65 $\pm$ 45,25 a	38,90 $\pm$ 34,75 a	0,10
<b>Parasitadas (total)</b>	5,80 $\pm$ 6,55 a	7,15 $\pm$ 14,10 a	0,60
<b><i>Apanteles</i> sp.</b>	0,16 $\pm$ 0,48 a	0,69 $\pm$ 1,53 b	0,03
<b><i>Oomyzus sokolowskii</i></b>	5,62 $\pm$ 6,70 a	6,47 $\pm$ 14,08 a	0,73
<b>Temperatura (<math>^{\circ}</math>C)</b>	23,70 $\pm$ 3,70 a	24,95 $\pm$ 1,99 b	< 0,01
<b>Umidade relativa (%)</b>	65,95 $\pm$ 14,60 a	79,15 $\pm$ 7,40 b	< 0,01
<b>Precipitação total (mm)</b>	121,18 a	1378,30 b	< 0,01

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes nas linhas são significativamente diferentes de acordo com análise de variância a 5% ( $p < 0,05$ ).

Ao avaliar a média de lagartas coletadas mensalmente, a maior média populacional ocorreu no mês de julho (112,50), sendo este mês o ápice do período de seca. O segundo maior registro foi feito no mês de outubro, que é o final do período de seca e início das chuvas quando foram coletadas em média 70,30 lagartas (Tabela 4).

Os maiores registros de lagartas e pupas parasitadas foram nos meses de outubro e novembro, com médias de 22,90 e 16,00 indivíduos parasitados, respectivamente (Tabela 4). *Apanteles* sp. não foi registrado entre março e julho, sendo este o final da estação chuvosa e início da seca, e teve as maiores médias de

parasitismo nos meses de novembro a janeiro, enquanto *O. sokolowskii* teve as maiores médias nos meses de julho a novembro (Tabela 4).

Tabela 4 – Média ( $\pm$  desvio padrão) mensal de lagartas e pupas de *Plutella xylostella* e lagartas/pupas parasitadas, e seus parasitoides *Apanteles* sp. e *Oomyzus sokolowskii* coletadas em cultivo de couve manteiga, nas estações de Chuva e Seca (Março de 2016 a Fevereiro de 2017) em Tangará da Serra – MT.

Mês	Estação	<i>P. xylostella</i> (Larva/pupa)	Parasitadas	<i>Apanteles</i> sp.	<i>Oomyzus sokolowskii</i>
Março	Chuvosa	24,00 $\pm$ 14,70 c	0,45 $\pm$ 0,70 c	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,45 $\pm$ 0,73 c
Abril	Chuvosa	43,30 $\pm$ 25,00 c	3,20 $\pm$ 4,10 c	0,00 $\pm$ 0,00 b	3,20 $\pm$ 4,13 c
Mai	Seca	33,80 $\pm$ 29,80 c	1,40 $\pm$ 1,50 c	0,00 $\pm$ 0,00 b	1,40 $\pm$ 1,51 c
Junho	Seca	39,00 $\pm$ 21,70 c	1,90 $\pm$ 1,60 c	0,45 $\pm$ 0,90 b	1,45 $\pm$ 1,33 c
Julho	Seca	112,5 $\pm$ 61,95 a	8,65 $\pm$ 9,60 b	0,00 $\pm$ 0,00 b	8,63 $\pm$ 9,58 b
Agosto	Seca	41,00 $\pm$ 21,80 c	10,80 $\pm$ 6,25 b	0,17 $\pm$ 0,41 b	10,67 $\pm$ 6,31 b
Setembro	Seca	36,35 $\pm$ 22,25 c	10,00 $\pm$ 6,00 b	0,17 $\pm$ 0,41 b	9,83 $\pm$ 5,78 b
Outubro	Chuvosa	70,30 $\pm$ 59,60 b	22,90 $\pm$ 24,80 a	0,22 $\pm$ 0,44 b	22,67 $\pm$ 24,48 a
Novembro	Chuvosa	46,65 $\pm$ 33,90 c	16,00 $\pm$ 19,60 a	2,33 $\pm$ 2,16 a	13,67 $\pm$ 19,05 b
Dezembro	Chuvosa	15,85 $\pm$ 20,10 c	5,15 $\pm$ 10,75 c	1,72 $\pm$ 2,98 a	3,43 $\pm$ 11,52 c
Janeiro	Chuvosa	24,40 $\pm$ 17,40 c	4,90 $\pm$ 3,75 c	1,38 $\pm$ 1,41 a	3,50 $\pm$ 4,47 c
Fevereiro	Chuvosa	43,20 $\pm$ 28,90 c	0,25 $\pm$ 0,45 c	0,11 $\pm$ 0,33 b	0,11 $\pm$ 0,33 c
Valor p		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes na coluna são significativamente diferentes de acordo com Scott-Knott à 5% ( $p < 0,05$ ).

A ausência de variação da densidade populacional de *P. xylostella* e seus inimigos naturais em relação às estações de seca e chuva, pode estar associada ao fato de que o cultivo de couve na área de estudo é contínuo há vários anos. Fato que possibilita que a população da praga seja alta e apta a estar presente continuamente, diferindo de outros estudos, como, em Brasília, DF, constataram que *P. xylostella* ocorre durante todo o ano, mas observaram um declínio na densidade populacional no período chuvoso, que pode estar associado à remoção dos ovos e morte de larvas e pupas (Castelo Branco e Gatehouse, 1997). Domiciano e Santos (1996) observaram elevadas populações de *P. xylostella* a partir do início de agosto se estendendo ao final de setembro, em cultivos de canola, no Paraná. Sow et al. (2013), em cultivos de repolho no Senegal, onde também ocorrem duas estações bem definidas (seca e chuva), observaram que a densidade de *P. xylostella* variou significativamente com abundância de 474,0 lagartas na seca e 29,1 lagartas na estação chuvosa. Ahmad e Ansari (2010) em couve-flor na Índia apontam que durante o período das chuvas a densidade de *P. xylostella* tende a ser menor, uma vez que as lagartas caem das

folhas ou são afogadas, corroborando com outros autores (Talekar e Shelton, 1993; Sivaparagasam et al., 1988; Kobori e Amano, 2003; Ayalew et al., 2006).

No entanto, Marchioro e Foerster (2016) concluíram que apesar da disponibilidade contínua e abundante de plantas ao longo do ano, *P. xylostella* ocorreu entre junho e novembro, e os maiores picos de abundância foram observados entre agosto e setembro, quando baixas temperaturas e chuvas foram registradas, mostrando assim que há uma grande variação na dinâmica populacional de *P. xylostella* em diferentes regiões, indicando que estudos como este são fundamentais para a compreensão da dinâmica da praga para decisão do manejo.

A relação dos inimigos naturais com as estações também foi observada no Senegal, onde *O. sokolowskii* foi ativo durante todo o ano, mas a densidade populacional variou significativamente entre as estações seca e chuvosa, enquanto que *Apanteles litae* Dixon (Hymenoptera: Braconidae) foi o mais encontrado na seca (Sow et al., 2013).

### 3.2.2 Amplitude térmica e precipitação total

Os melhores modelos mostraram que a precipitação total estava fortemente relacionada à média de lagartas por planta ( $F = 1,72$ ,  $df = 1$ ,  $gl = 32$ ,  $p = < 0,05$ ), enquanto a amplitude térmica não apresentou influência significativa ( $F = 1,72$ ,  $df = 1$ ,  $gl = 32$ ,  $p = > 0,05$ ), com importância relativa de 0,16 (Tabelas 1 e 2). A umidade relativa não foi incluída na análise GLM, uma vez que apresentou alta colinearidade com a variável amplitude térmica (- 0,84).

A variação dos fatores climáticos e da média de *P. xylostella* por planta a cada amostragem é apresentada na Figura 2. Nos períodos em que a temperatura mínima esteve baixa, variando de 20 a 15 °C, e a temperatura máxima não ultrapassou os 30°C, observou-se um crescimento na população da praga, atingindo o ápice na segunda dezena de julho, quando a temperatura mínima média foi de 15,6 °C e a máxima de 26,1°C (Figura 2-A).

Essas temperaturas são consideradas ideais para o desenvolvimento de *P. xylostella*, de acordo com Marchioro e Foerster (2011), que, em laboratório, determinaram que a temperatura ótima de desenvolvimento de *P. xylostella* é de 28,8°C, e temperaturas inferiores a 10°C e superiores a 30°C afetam negativamente a sobrevivência e a fecundidade de *P. xylostella*. Outro estudo, realizado na África, concluiu que as temperaturas ótimas para o desenvolvimento de *P. xylostella* foram

de até 33,5°C, demonstrando assim que temperaturas elevadas podem ser favoráveis ao desenvolvimento da praga (Ngowi et al., 2017). Neste mesmo período, quando as temperaturas foram ideais, a umidade relativa do ar, também esteve baixa, entre 40 e 60%, devido à ausência de precipitação (Figura 2-B), fatores estes que também colaboram para o desenvolvimento da praga. Guo e Qin (2010), ao avaliarem a influência da combinação de diferentes temperaturas e umidade relativa, concluíram que a emergência de adultos de *P. xylostella*, é significativamente menor na UR de 90% em todas as temperaturas avaliadas, concluindo que UR entre 50 e 70% é melhor para o desenvolvimento da traça das crucíferas.

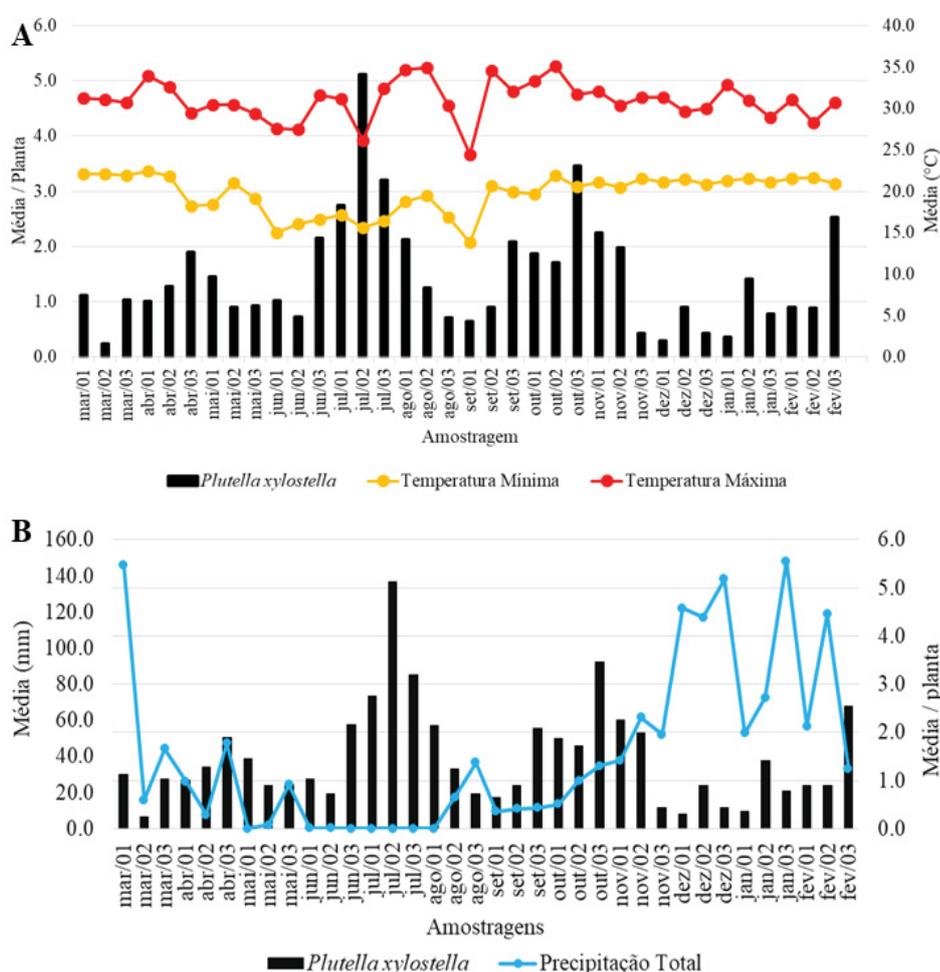


Figura 2 – Média de *P. xylostella* e dos fatores climáticos (A) temperatura mínima – temperatura máxima = amplitude térmica (°C), (B) Precipitação total (mm), registradas em cada amostragem, em cultivo de couve manteiga de março de 2016 a fevereiro de 2017 em Tangará da Serra – MT.

Para os inimigos naturais coletados nas lagartas e pupas de *P. xylostella*, estatisticamente não se observou influência da amplitude térmica ( $F = 0,19$ ,  $df = 1$ ,  $gl$

=34,  $p = > 0,05$ ) e precipitação total ( $F = 1,49$ ,  $df = 1$ ,  $gl = 33$ ,  $p = > 0,05$ ) (Figura 3 A e B).

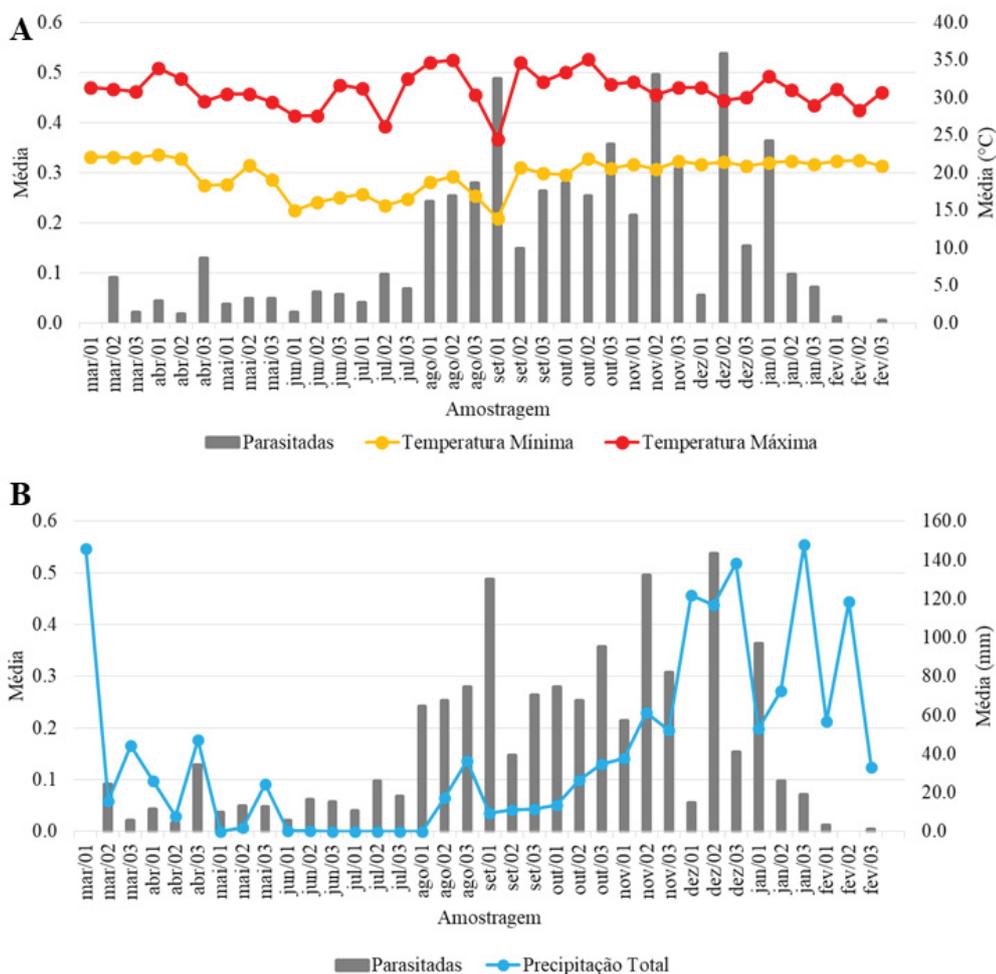


Figura 3 – Média de parasitismo em *P. xylostella* e dos fatores climáticos (A) temperatura mínima – /temperatura máxima = amplitude térmica (°C), (B) Precipitação total (mm), registradas em cada amostragem, em cultivo de couve manteiga de março de 2016 a fevereiro de 2017 em Tangará da Serra – MT.

Sow et al. (2013) não observaram correlação significativa entre as populações de parasitoides com a chuva, já para a temperatura, houve correlação negativa com *Apanteles litae* (Hymenoptera: Braconidae), mas nenhuma correlação significativa foi encontrada entre temperatura e *O. sokolowskii*, assim como o resultado observado no presente estudo.

Apesar desses resultados, a temperatura interferiu no crescimento populacional de *O. sokolowskii*, pois a 20°C, 50% das larvas da traça das crucíferas foram parasitadas, enquanto a 35°C houve 90% de parasitismo (Talekar e Hu, 1996), podendo ser um motivo pelo qual, no presente estudo, *O. sokolowskii* foi a espécie mais frequente, já que na área de estudo as temperaturas eram elevadas.

Essas características, de temperatura elevadas e ausência de precipitação com conseqüente baixa UR, são padrão da região do estudo, e é uma informação primordial, uma vez que de posse desse conhecimento, o produtor pode ficar em alerta nesses períodos que apresentam as melhores condições para a praga, e onde é realizado o manejo com inimigos naturais é preciso adotar medidas de controle para manter a população abaixo dos níveis de dano econômico.

### 3.2.3. Manejo de pragas

Durante os 12 meses de amostragem, foram utilizados conjuntamente para o controle de *P. xylostella*, liberações de *T. pretiosum* e aplicação de inseticidas biológicos e sintéticos. Durante as amostragens foram utilizados os produtos listados na Tabela 5, juntamente com o grupo químico, o modo de ação e a classificação quanto à compatibilidade.

A aplicação de inseticidas não afetou a flutuação de *P. xylostella* ( $F = 0,72$ ,  $df = 1$ ,  $gl = 31$ ,  $p > 0,05$ ), tendo esta variável uma importância relativa de 18%, em apenas três modelos da análise GLM (Tabela 2). Resultado este contrário ao esperado, já que os produtos são indicados para o controle da traça das crucíferas e os 15 produtos utilizados são de diferentes grupos químicos e modos de ação (Tabela 5). Este resultado pode estar relacionado a uma possível resistência de *P. xylostella* às moléculas químicas, assim como em outros 862 casos registrados no mundo (Arthropod Pesticide Resistance Database, 2018).

Já as liberações de diferentes quantidades de *T. pretiosum* influenciaram significativamente a média de *P. xylostella* ( $F = 4,39$ ,  $df = 1$ ,  $gl = 30$ ,  $p < 0,05$ ) com 80% de importância relativa em 8 modelos (Tabela 2), confirmando a hipótese de que os parasitoides de ovos são eficazes para o controle da traça das crucíferas, assim como conhecido para outras espécies de lepidópteros (Parra et al. 1987; Parra e Zucchi, 2004).

Ao avaliar a influência da aplicação de produtos sobre *O. sokolowskii* e *Apanteles* sp., verificou-se que aplicação de produtos incompatíveis afetou a sua ocorrência ( $F = 15,07$ ,  $df = 1$ ,  $gl = 32$ ,  $p < 0,001$ ), com importância relativa de 89% em 10 modelos (Tabela 2), confirmando a hipótese que os produtos classificados como incompatíveis para *Trichogramma*, também são incompatíveis aos parasitoides larvais.

Tabela 5 – Lista de produtos utilizados para controle de *Plutella xylostella* em cultivo de couve manteiga de março de 2016 a fevereiro de 2017, com seus respectivos Ingrediente Ativo, Nome Comercial, Grupo Químico, Modo de Ação, Modo de Ação, Recomendações e Compatibilidade.

Ingrediente Ativo	Comercial	Grupo Químico	Modo de Ação	Recomendações <sup>1</sup>	Compatibilidade <sup>2</sup>
Acephate	Orthene®	Organofosforado	Inseticida acaricida sistêmico, de contato e ingestão	Culturas: R, C, Br, CF Pragas: Px, Tn, Bb, Mp	Incompatível
<i>Bacillus thuringiensis</i>	XenTari®	Biológico	Inseticida biológico de ação por ingestão	Culturas: Br, R Pragas: Px, Am	Compatível
<i>Baculovirus</i>	Diplomata®	Biológico	Inseticida biológico de ação por ingestão	Todas as culturas com ocorrência do alvo biológico ( <i>Helicoverpa armigera</i> )	Compatível
Clorantropilprole	Premio®	Antranilamina	Inseticida de contato e ingestão	Culturas: C, Br, CC, CB, CF Pragas: Px, Tn.	Compatível
Clorfermapir	Pirate®	Análogo de pirazol	Inseticida/acaricida de ação de contato e ingestão	Culturas: R, C Pragas: Px, Am, Bb, Mp	Incompatível
Cloridrato de Cartape	Cartap®	Bis(tiocarbamato)	Inseticida/Fungicida de contato e ingestão	Culturas: C Pragas: Px, Am	Não Disponível
Cyantraniliprole	Benevia®	Antranilamida	Inseticida de ingestão e contato	Culturas: R, C, Br, CC, CB, CF Pragas: Px, Tn	Não Disponível
Diflubenzurum	Dimilin®	Benzoiluréia	Inseticida inibidor de quitina	Não indicado para Brássicas.	Compatível
Espinosade	Tracer®	Espinosinas	Inseticida não sistêmico de origem biológica	Culturas: C, Br, CC, CB, CF Pragas: Px, Am, Tn, Ai, Hp	Incompatível
Etofenproxi	Safety	Éter Difenílico	Inseticida de Contato	Não indicado para Brássicas.	Incompatível
Indoxacarbe	Rumo®	Oxadiazina	Inseticida de ingestão	Culturas: R, C, Br, CC, CB, CF Pragas: Px, Tn, Hp	Compatível
Metomil	Lannate®	Metilcarbamato de oxima	Inseticida sistêmico e de contato	Culturas: R, C, Br Pragas: Am, Px, Bb	Incompatível
Novaluron	Rimon®	Benzoilureia	Inseticida fisiológico	Culturas: R; Pragas: Px	Compatível
Óleo essencial de laranja	Orobor®	Óleo Natural	Espalhante e Fertilizante foliar	Culturas: R, C, Br	Incompatível
Teflubenzurum	Nomolt®	Benzoiluréis	Inseticida regulador de crescimento, inibidor de quitina	Culturas: C, Br, CC, CB Pragas: Am, Tn, Hp	Compatível

<sup>1</sup> **Cultura indicada:** R = repolho; Br = Brócolis; C = Couve; CF = Couve-Flor; CB = Couve-de-Bruxelas; CC = Couve-chinesa;

**Pragas:** Px - Traça das crucíferas (*Plutella xylostella*); Am - Curuquerê da couve (*Ascia monuste orseis*); Tn - Lagarta-mede-palmo (*Trichoplusia ni*); Ai - Lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*); Hp - Broca-da-couve (*Hellula phidilealis*); Bb - Pulgão da couve (*Brevicoryne brassicae*); Mp - Pulgão verde (*Myzus persicae*); <sup>2</sup>De acordo com o aplicativo da Koppert®.

As liberações de *T. pretiosum* não apresentaram influência significativa ( $F = 1,88$ ,  $df = 1$ ,  $gl = 31$ ,  $p > 0,05$ ) sobre os inimigos naturais nativos e, de acordo com os modelos, as liberações tiveram uma importância relativa de 48% (Tabela 2), evidenciando que a população de inimigos naturais nativos não foram afetadas pela liberação de parasitoides de ovos.

Na Figura 4, são apresentadas as médias de *P. xylostella* (lagartas e pupas) e a média de lagartas/pupas parasitadas em cada amostragem, mostrando a influência dos produtos químicos utilizados. Entre março e julho, quando foram utilizados produtos incompatíveis, registraram-se as maiores médias de *P. xylostella* por planta, e médias baixas de parasitoides naturais. A partir de agosto, após três semanas do início do uso de produtos compatíveis, foi registrado um aumento no número de parasitoides naturais e uma diminuição no número de *P. xylostella*, e esse padrão se repetiu ao longo das amostragens de acordo com o manejo utilizado.

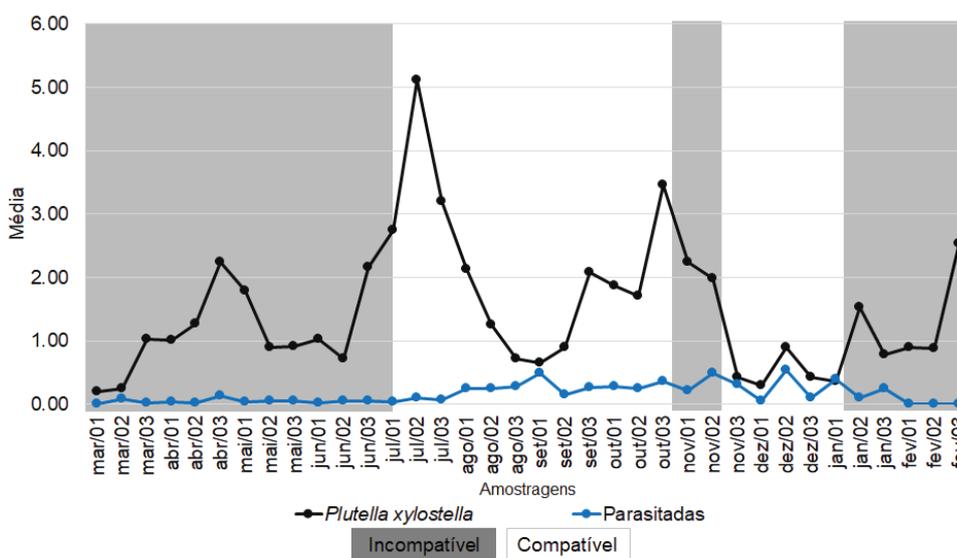


Figura 4 – Média de lagartas e pupas de *Plutella xylostella* por planta e média de lagartas/pupas parasitadas, com a indicação da compatibilidade do tipo de manejo utilizado (Koppert® através do link <https://goo.gl/GVnCsK>), em cultivo de couve manteiga (março de 2016 a fevereiro de 2017) em Tangará da Serra – MT.

Esse resultado se destaca, uma vez que, apesar do uso consecutivo de produtos “incompatíveis” no início da amostragem, a população de *P. xylostella* teve um crescimento considerável, enquanto que a presença de parasitoides naturais foi baixa e consequentemente a eficiência das liberações de *T. pretiosum* foi afetada. A ineficiência observada sobre a praga pode estar relacionada à resistência da praga aos inseticidas utilizados, como já relatado em 862 casos registrados mundialmente (Arthropod Pesticide Resistance Database, 2018). No entanto, a partir do período em

que se passou a utilizar produtos “compatíveis”, tanto os inimigos naturais liberados (*T. pretiosum*) quanto os parasitoides nativos foram favorecidos, observando-se um incremento na população destes nos meses seguintes (Figura 4). Diversos autores citam que altos níveis de infestação de *P. xylostella* resultam de aplicações excessivas de inseticidas e, por conseguinte, o desenvolvimento de resistência a inseticidas seguido pela falta de eficácia de inimigos naturais (Dennill e Pretorioso, 1995; Shelton et al. 2000; Shelton, 2001; Ahmad e Ansari, 2010).

#### **4 CONCLUSÕES**

A precipitação é o fator climático que mais influenciou na flutuação populacional de *P. xylostella* (95%), seguida pela liberação de parasitoides de ovos *T. pretiosum* (80%). Já os parasitoides nativos da área, não contribuíram significativamente para a reduzir a população da praga, mas se estes forem preservados através da utilização de produtos seletivos, podem contribuir para o controle das populações da traça das crucíferas. Enquanto que os produtos químicos, a amplitude térmica e a estação tiveram sua importância relativa abaixo de 20%, para a densidade populacional de *P. xylostella*.

Os parasitoides nativos não foram afetados pelas variáveis climáticas (amplitude térmica, precipitação e estação), mas a utilização de produtos “incompatíveis” afetou a frequência de ocorrência desses parasitoides (89%), seguida pelo manejo de liberação de *T. pretiosum* (48%).

Sob condições de campo, vários fatores ambientais podem influenciar a flutuação populacional de *P. xylostella* e dos parasitoides nativos, por isso, estes sempre devem ser investigados para avaliar seus efeitos em seu histórico de vida, para que esses dados nos permitam compreender as interações entre o hospedeiro e o ambiente para melhorar as estratégias de controle.

#### **5 AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pós-graduação concedida. À equipe do laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Mato Grosso câmpus Professor Eugênio Carlos Stieler, em Tangará da Serra, em especial à Cassiano Bianchini, Fernando Henrique Dalla Roza, Rayana Casagrande, João Pedro dos Santos que auxiliaram diretamente no

levantamento em campo. E ao proprietário da horta em Tangará da Serra – MT pelo auxílio na execução da pesquisa.

## 6 REFERÊNCIAS

Ahmad, T. e M. S. Ansari. 2010. Studies on seasonal abundance of diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) on cauliflower crop. Journal of Plant Protection Research, 50: 280–287. <https://doi.org/10.2478/v10045-010-0049-6>

Andrews, K. L., R. J. Sanchez e R. D. Cave. 1990. Management of diamondback moth in Central America. Proceedings, Second Int. Work. Diamondback moth Manag. 487–497. Disponível em: <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/diamondback-moth/1990-workshop.html>

Arthropod Pesticide Resistance Database, 2018 - Arthropod Pesticide Resistance Database, [www.pesticideresistance.org/](http://www.pesticideresistance.org/). Acessado em 12/04/2018.

Ayalew, G., J. Baumgärtner, K. P. O. C. Ogol, e B. Löhr. 2006. Analysis of population dynamics of diamondback moth, (*Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)) at two sites in central Ethiopia, with particular reference to parasitism. Biocontrol Science and Technology, 16: 607–618. <https://doi.org/10.1080/09583150600699697>

Barton, K. 2016. MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.15.6. <https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>

Beck, N. G., e P. J. Cameron. [s.d.]. 1992. Developing A Reduced Spray Program for Brassicas in New Zealand. Proceedings, Second Int. Work. Diamondback moth Manag. 487–497.

Burnham, K. P., e D. R. Anderson. 2002. Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach (2nd ed), Ecol. Modell.

Burnham, K.P., Anderson, D.R. e Huyvaert, K.P. 2011. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. 2011. Behavioral Ecology and Sociobiology, 65: 23–35. <https://doi.org/10.1007/s00265-010-1029-6>

Camargo Filho, W.P.; Camargo, F.P. 2010. Acomodação da produção olerícola no Brasil e em São Paulo, 1990 2010 Análise, Perspectiva e Tendências 2015. Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br>. Acesso em 10.12.2015.

Carson, R. 1962. Silent Spring, Houghton Miffl in, Boston. Tradução de Claudia Sant'Anna Martins,- 1 ed - São Paulo: Gaia, 2010.

Castelo Branco, M. e Gatehouse, A.G. 1997. Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 26: 75-79. <https://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591997000100010>

Castelo Branco, M. e M.A. Medeiros. 2001. Impact of insecticides on Diamondback Moth parasitoids on cabbage in the Federal District of Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36: 7-13. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000100002>

Dallacort, R., J. A. Martins, M. H. Inoue, P. S. L. de Freitas, e A. Coletti. 2011. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do estado de Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum Agronomy*, 33: 193–200. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.5838>

Dennill, G. B., e W. L. Pretorius. 1995. The status of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae), and its parasitoids on cabbages in South Africa. *African Entomology*, 3: 65–71.

Domiciano, N. L., e B. Santos. 1996. Pragas da canola: Bases preliminares para manejo no Paraná. 16. Londrina: IAPAR, 1996. 16 p. (IAPAR. Informe da Pesquisa, 120; COODETEC. Boletim Técnico, 35).

Dormann CF. et al. 2013. Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36: 27–46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>

Ferronato, E.M.O. e M. Becker. 1984. Abundância e complexo de parasitóides de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em *Brassica oleracea* L. var. *acephala* D. C. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, 13: 261-278.

Fox, J.; Weisberg, S. 2011. *An R Companion to Applied Regression*. SAGE Publications Inc. Los Angeles. 472 pp.

Guo, S. F., e Y. C. Qin. 2010. Effects of Temperature and Humidity on Emergence Dynamics of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal Economic Entomology*, 103: 2028–2033. <https://doi.org/10.1603/EC09251>

Heckel, D. G. 2012. Insecticide resistance after silent spring. *Science*. 337: 1612–1614. <https://doi.org/10.1126/science.1226994>

Holst, K.K. 2014. *gof: Model-diagnostics based on cumulative residuals*. R package version 0.9.1.

Jelihovschi, E.G.; Faria, J. C.; Allaman, I.B. 2014. *ScottKnott: A Package for Performing the Scott-Knott Clustering Algorithm in R*. *Trends in Applied and*

<http://dx.doi.org/10.5540/tema.2014.015.01.0003>

Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellog, E.A., Stevens, P.F., Donoghue, M.J. 2009. *Sistemática Vegetal – Um enfoque filogenético*. 3ª ed. Editora Artmed, Porto Alegre.

Kobori, Y. e H. Amano. 2003. Effect of rainfall on a population of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Applied Entomology and Zoology*, 38: 249–253. <https://doi.org/10.1303/aez.2003.249>

Köhler, H. R. e R. Triebkorn. 2013. Wildlife ecotoxicology of pesticides: Can we track effects to the population level and beyond? *Science*. 341: 759–765. <https://doi.org/10.1126/science.1237591>

Lamichhane, J. R. 2017. Pesticide use and risk reduction in European farming systems with IPM: An introduction to the special issue. *Crop Protection*, 97: 1–6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.017>

Lim GS. 1986. Biological control of diamondback moth. *Proceedings of the First International Workshop*, 11/15 March 1985. Tainan, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center. p. 159-171.

Lin DY., L. J. Wei; Z. Ying. 2002. Model-checking techniques based on cumulative residuals. *Biometrics*, 58: 1–12. <https://doi.org/10.1111/j.0006-341X.2002.00001.x>

Lukacs, P. M.; Burnham K. P.; Anderson, D. R. 2009. Model selection bias and Freedman's paradox. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 62: 117–125. <https://doi.org/10.1007/s10463-009-0234-4>

Marchioro, C. A. e L. A. Foerster. 2011. Development and Survival of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a Function of Temperature: Effect on the Number of Generations in Tropical and Subtropical Regions. *Neotropical Entomology*, 40: 483–488. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000500003>

Marchioro, C. A. e L. A. Foerster. 2016. Biotic factors are more important than abiotic factors in regulating the abundance of *Plutella xylostella* L., in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 60: 328–333. <https://dx.doi.org/10.1016/j.rbe.2016.06.004>

Nelder, J. A., e R. W. M. Wedderburn. 1972. Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 135: 370-384. <https://doi.org/10.2307/2344614>

Ngowi, B. V., H. E. Z. Tonnang, E. M. Mwangi, T. Johansson, J. Ambale, P. N. Ndegwa, e S. Subramanian. 2017. Temperature-dependent phenology of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): Simulation and visualization of current and future

distributions along the Eastern Afrotropical. PLoS One. 12: 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173590>

Parra, J. R. P. e Zucchi, R. A. 2004. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. Neotropical Entomology, 33: 271-281. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000300001>

Parra, J. R. P., Zucchi, R.A., Silveira Neto, S. 1987. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea*. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 82: 153-160.

Peterson, B. G. e Carl P. 2018. PerformanceAnalytics: Econometric Tools for Performance and Risk Analysis. R package version 1.5.2. <https://CRAN.R-project.org/package=PerformanceAnalytics>

R Core Team 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Sarfraz M., A.B. Keddie e L.M. Dosdall. 2005. Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review. Biocontrol Science and Technology, 15: 763-789, <https://doi.org/10.1080/09583150500136956>

Scott A.J. e M. A. Knott. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics, 30: 507-512. <https://doi.org/10.2307/2529204>

Shelton A.M. 2001. Regional outbreaks of diamondback moth due to movement of contaminated plants and favourable climatic conditions. p. 96–101. In: Proc. IV Int. Workshop “Management of Diamondback Moth and other Crucifer Pests”. Melbourne.

Shelton, a M., F. V Sances, J. Hawley, J. D. Tang, M. Boune, D. Jungers, H. L. Collins, e J. Farias. 2000. Assessment of insecticide resistance after the outbreak of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in California in 1997. Journal Economic Entomology, 93: 931–936. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.3.931>

Sivapragasam A., Ito Y., Saito T. 1988. Population fluctuations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) on cabbage in *Bacillus thuringiensis* sprayed and non sprayed plots and factors affecting within-generation survival of immature. Population Ecology, 30: 329–342. <https://doi.org/10.1007/BF02513253>

Sow, G., K. Diarra, L. Arvanitakis, e D. Bordat. 2013. The relationship between the diamondback moth, climatic factors, cabbage crops and natural enemies in a tropical area. Folia Horticulturae, 25: 3–12. <https://doi.org/10.2478/fhort-2013-0001>

Subramanian, S., R. J. Rabindra, e N. Sathiah. 2010. Economic threshold for the management of *Plutella xylostella* with granulovirus in cauliflower ecosystem. Phytoparasitica, 38: 5–17. <https://doi.org/10.1007/s12600-009-0066-z>

Talekar, N. S. e W. J. Hu. 1996. Characteristics of parasitism of *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) by *Oomyzus sokolowskii* (Hym., Eulophidae). *Entomophaga*. 41: 45–52. <https://doi.org/10.1007/BF02893291>

Talekar, N.S., Shelton, A.M. 1993. Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth. *Annual Review of Entomology*, 92: 275–301. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>

Zalucki, M. P., A. Shabbir, R. Silva, D. Adamson, L. Shu-Sheng, e M. J. Furlong. 2012. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella*: just how long is a piece of string? *Journal Economic Entomology*, 105: 1115–1129. <https://doi.org/10.1603/EC12107>

Zuur, A.F.; Ieno, E.N.; Elphick, C.S. 2010. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, 1: 3-14. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x>

## CAPITULO II

**Preferência de oviposição de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutelidae) e parasitismo por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*)**

Revista pretendida: *Entomologia Experimentalis et Applicata*, ISSN 0013-8703,  
Fator de Impacto = 1.454, Qualis CAPES (Biodiversidade) = B1

## RESUMO

A traça das crucíferas é um fator limitante na produção de brássicas em todo o mundo, e a utilização de parasitoides de ovos (*Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae)) pode ser uma alternativa para o controle desta praga. Neste contexto, a compreensão da preferência de parasitismo na cultura a ser trabalhada pode ser um fator chave para a otimização de programas de controle biológico. O presente trabalho, teve como objetivo determinar a preferência de oviposição de *P. xylostella* e de parasitismo de *T. pretiosum* em couve. Experimentos foram realizados com plantas de couve colocadas dentro de gaiolas, em temperatura ambiente e adultos de *P. xylostella* liberados no interior para que ovipositassem nas folhas. Após 24 horas, os adultos foram retirados e fêmeas de *T. pretiosum* liberadas. Em outro experimento, cartelas contendo ovos de *P. xylostella* foram ofertados a *T. pretiosum* liberados dentro de gaiolas e as cartelas foram substituídas a cada 2 horas por 24 horas. Os resultados mostram que *P. xylostella* tem preferência por ovipositar nas folhas da região média da planta, na parte superior da superfície adaxial. Para o parasitoide de ovos *T. pretiosum*, não se registrou preferência, mas as maiores médias de parasitismo foram registradas na parte superior da superfície adaxial, onde se encontravam grande parte dos ovos. No segundo experimento, *T. pretiosum* teve as maiores médias de parasitismo com temperaturas variando de 25,9 a 37,4 °C e umidade relativa entre 42 e 78% entre as 8 e as 18 horas (fotofase), e ausência de parasitismo no período noturno (escotofase), indicando que liberações em campo devem ser realizadas preferencialmente nas primeiras horas da manhã para que o parasitoide tenha toda a fotofase disponível para parasitismo.

**PALAVRAS CHAVE:** Traça das crucíferas; Parasitoides de ovos; Temperatura; Umidade Relativa; Fotoperíodo.

Oviposition behavior of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on collard greens (*Brassica oleracea* var *acephala*).

#### ABSTRACT

The diamondback moth is a limiting factor in the production of brassicas worldwide, and the use of egg parasitoids (*Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae)) may be an alternative to the control of this pest. Therefore, the understanding of the behavior of parasitism in the culture to be worked can be a key factor for the optimization of biological control. The present work evaluated the oviposition behavior of *P. xylostella* and parasitism of *T. pretiosum* in collard greens. Experiments were carried out with plants placed inside cages at room temperature and adults of *P. xylostella* released to oviposit on the leaves. After 24 hours, adults were removed and females of *T. pretiosum* were released inside the cages. Another experiment, cartons containing eggs of *P. xylostella* were offered to *T. pretiosum* released inside cages and the cartons were replaced every 2 hours. The results show that *P. xylostella* has a preference for ovipositing in the leaves of the middle region of the plant, in the upper part of the adaxial surface. For *T. pretiosum*, there was no preference, but the highest averages of parasitism were recorded in the upper part of the adaxial surface. In the second experiment, *T. pretiosum* had the best parasitism rates at temperatures ranging from 25.9 to 37.4 °C and relative humidity between 42 and 78%, from 8 to 18 hours (photophase). No parasitism was recorded during the night period (scotophase), indicating that releases in the field should be performed preferably in the early hours of the morning so that the parasitoid has all the photophase available for parasitism.

**KEY WORDS:** Diamondback moth; Eggs parasitoids; Temperature; Relative humidity; Photoperiod;

## 1. INTRODUÇÃO

Entre as hortaliças da família Brassicaceae, a produção de couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) tem aumentado gradativamente no Brasil devido à busca por alimentos saudáveis e o conhecimento quanto às suas propriedades nutricionais e medicinais (Trani et al. 2010, 2015). Camargo Filho e Camargo (2010) relatam o cultivo de aproximadamente 2 mil hectares de couve apenas no estado de São Paulo, com uma produção de mais de 55 toneladas.

No entanto, um dos fatores limitantes ao seu cultivo é o ataque da traça das crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), que causa prejuízos em torno de 4 bilhões de dólares por ano no mundo (Talekar e Shelton, 1993; Zalucki et al., 2012) e tem como principal forma de manejo populacional o controle químico. Os prejuízos decorrentes do consumo das folhas de couve pelas lagartas dessa praga, bem como os impactos negativos associados ao uso de inseticidas, podem ser minimizados pela ação de parasitoides de ovos, como *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Parra e Zucchi, 2004).

No entanto para viabilizar o controle biológico, estudos sobre as preferências de espécies pragas e inimigos naturais são fundamentais. A preferência de oviposição dos insetos é influenciada por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos. Para os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* isso não é diferente. Fatores como a localização do habitat, reconhecimento e aceitação do hospedeiro são fundamentais para o sucesso do parasitoide. A praga *P. xylostella* também demonstra preferência, em estudos realizados em cultivo de repolho, a maior oviposição foi registrada na superfície adaxial, na região superior das folhas mais jovens da cultura (Zago et al., 2010).

Além da preferência, o ambiente exerce uma pressão através das variações temperatura, umidade, fotoperíodo, vento, presença de substâncias químicas, disponibilidade de alimento e estrutura da planta estão diretamente ligados a eficácia dos parasitoides em campo (Vinson, 1997; Shiojiri e Takabayashi, 2003; Romeis et al., 2005, Olson e Andow, 2006; Zago et al., 2010). Devido à influência destes fatores no potencial de parasitismo de *Trichogramma*, conhece-los antes de implantar um programa de controle biológico é fundamental para garantir bons resultados em campo.

Sabendo-se que a compreensão da atividade de oviposição de insetos na cultura a ser trabalhada pode ser um fator chave para a otimização de programas de controle biológico, o presente trabalho, teve como objetivo determinar a preferência de oviposição de *P. xylostella* e de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em couve para que esses dados possam contribuir para futuras pesquisas em campo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso câmpus Professor Eugênio Carlos Stieler, em Tangará da Serra.

### **2.1. Criação de *Plutella xylostella***

Lagartas foram mantidas em recipientes plásticos de 5 L, com tampa e laterais contendo abertura ( $\varnothing = 15$  cm) revestida com tecido fino (*voil*) para permitir a ventilação. Estas foram alimentadas diariamente com folhas de couve manteiga obtidas de cultivo em casa de vegetação. Ao atingirem a fase pupal, estas foram transferidas para uma gaiola de acetato ( $\varnothing = 10$  cm e A = 20 cm) (Marchioro e Foerster, 2011).

A parte superior da gaiola (tampa) possuía uma abertura de 2,5 cm<sup>2</sup> onde foram colocadas folhas de couve manteiga para estimular a oviposição. Internamente as gaiolas foram revestidas com papel filtro e externamente uma tampa era sobreposta de forma que a folha de couve ficasse encaixada entre as duas tampas. A oviposição era realizada no papel filtro ao redor da folha de couve que a cada dois dias era trocada por uma nova tampa. O papel filtro contendo os ovos, era colocado sobre uma folha de couve dentro de recipientes plásticos mencionados no início e um novo ciclo se iniciava. Os adultos não recebiam alimentação e foram mantidos em sala climatizada regulada a  $25 \pm 2$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12:12 horas (D:L).

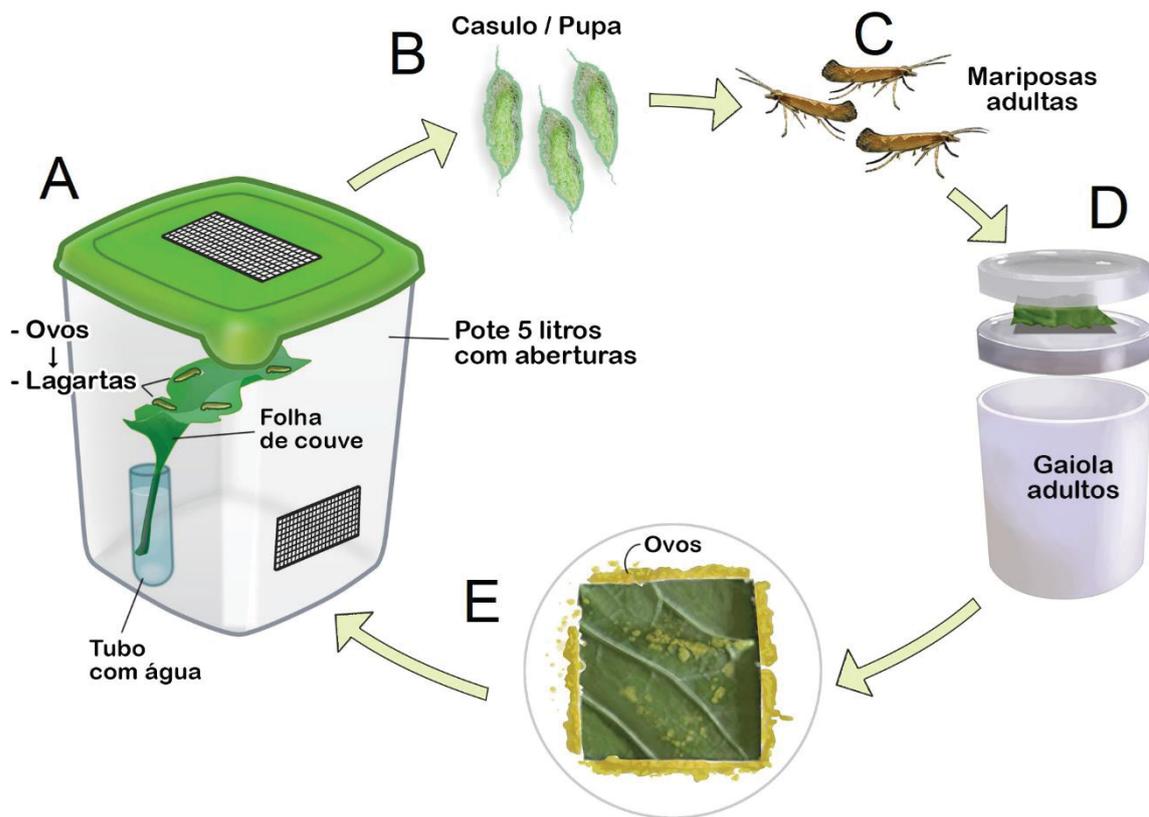


Figura 1: (A) Gaiola de lagartas; (B) Pupas de *P. xylostella* retiradas das gaiolas; (C) Adultos de *P. xylostella* emergidos; (D) Gaiola de adultos com tampa adaptada para oviposição (Marchioro e Foerster, 2011); (E) Tampa contendo ovos de *P. xylostella* que são acondicionados na gaiola (A).

## 2.2. Criação de *Trichogramma pretiosum*

Os parasitoides foram obtidos em lavouras de soja em Tangará da Serra, MT, durante a safra 2015/2016 e foram mantidos no Laboratório de Entomologia do Centro de Pesquisa, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais (CPEDA) da Universidade do Estado de Mato Grosso campus universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra (UNEMAT).

A manutenção e multiplicação dos parasitoides foi realizada em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). Os adultos de *A. kuehniella* foram mantidos em gaiolas de cano PVC de 100 mm Ø (Figura 1-A), sendo os ovos recolhidos em uma placa de Petri na parte inferior da gaiola. Parte dos ovos foi destinada ao parasitismo por *T. pretiosum* (Figura 1-B e C), sendo estes esterilizados em lâmpada germicida por 1 hora e posteriormente espalhados em uma bandeja de vidro retangular (5,1 x 39,4 x 23,9 cm), cobertas com filme de PVC (Figura 1-D) e alimentados com pequenos filetes de mel. Os parasitoides

foram mantidos em estufa do tipo B.O.D. a  $25 \pm 2$  °C, e fotoperíodo de 12 horas (D:L). Para manutenção da colônia de *Trichogramma*, foram parasitados diariamente 180 mil ovos.

A outra parte dos ovos foram destinadas à manutenção da criação de *A. kuehniella*, onde ovos férteis foram inoculados na proporção de 0,3 gr de ovos para 1 kg de dieta a base de farinha, sendo 60% de farinha de milho fina, 37% de farinha de trigo integral e 3% de levedo de cerveja (Figura 1-E). As bandejas foram mantidas em salas de criação, com temperatura de  $25 \pm 2$ °C, umidade relativa  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 24 horas de escotofase (Figura 1-F), onde passaram toda as fases de larva e pupa, até emergirem os primeiros adultos (mariposas) (Figura 1-G), que então foram transferidas para o interior das gaiolas de PVC com o auxílio de um aspirador de pó adaptado (Figura 1-H), nas quais se iniciava um novo ciclo (Parra, et al. 2014).

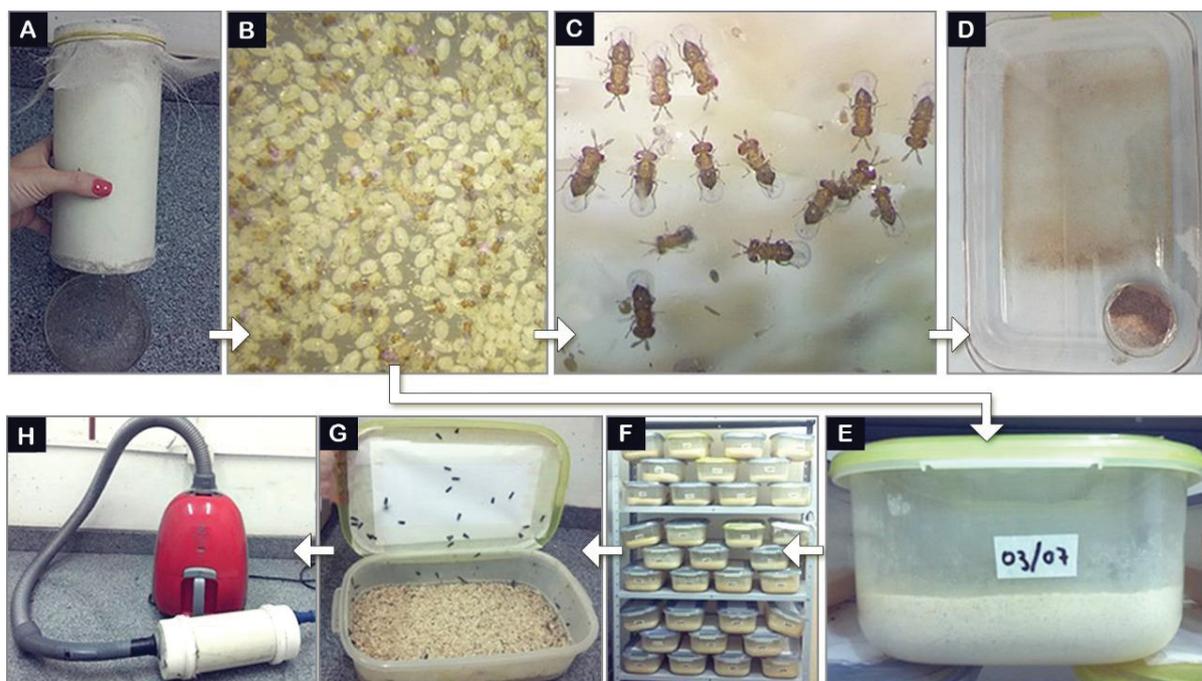


Figura 2 - (A) Gaiola de cano PVC 100 mm Ø. (B) Ovos de *A. kuehniella* estéreis. (C) *Trichogramma pretiosum*. (D) bandejas retangulares de vidro (5,1 x 39,4 x 23,9 cm), cobertas com filme de PVC. (E) Bandejas de farinha. (F) Salas de criação com condições controladas. (G) Eclosão dos primeiros adultos. (H) Aspirador de pó adaptado.

### 2.3. Cultivo de couve manteiga

Para a manutenção da criação de *P. xylostella* e realização dos bioensaios, plantas de couve manteiga *Brassica oleracea* var. *acephala* (Brassicaceae) foram cultivadas em casa de vegetação seguindo as recomendações de Filgueira (2007).

As sementes foram distribuídas em bandejas de mudas e ao atingirem 10 cm de altura, as mudas foram transplantadas individualmente para vasos plásticos de 10 L contendo solo adubado de acordo com recomendações para a cultura. Os vasos foram mantidos sobre bancada em casa de vegetação com a temperatura variando entre 25 e 30°C, e as plantas irrigadas duas vezes ao dia com aproximadamente 3 mm de água. Quarenta dias após o transplante da muda, essas foram utilizadas nos experimentos descritos a seguir.

#### **2.4. Experimento 1 – Preferência de oviposição de *P. xylostella* e parasitismo de *T. pretiosum***

Todo o experimento foi conduzido em casa de vegetação com a irrigação suspensa. Doze vasos contendo uma planta de couve manteiga com 40 dias após o transplante foram individualizados em gaiolas de madeira (40 cm x 40 cm x 60 cm), revestidas com tecido fino (*voil*), no qual uma das laterais possuía uma “manga” que permitia acesso ao interior. A parte inferior das gaiolas foi vedada com placas de poliestireno expandido (Isopor®).

Em cada gaiola foram liberados dois casais de *P. xylostella* com um dia de idade. Estes permaneceram por um período de 24 horas para ovipositarem em qualquer parte da planta. Após esse período de oviposição, as gaiolas foram desmontadas e os adultos eliminados.

As plantas foram irrigadas manualmente e as gaiolas novamente foram montadas nas mesmas condições. Então, 40 fêmeas de *T. pretiosum* foram liberadas em seu interior. Esse valor foi devido a cada fêmea ovipositar, em média, 15 ovos por dia (Chagas Filho et al., 2010) e de *T. pretiosum*, em que cada fêmea parasita em média 10 ovos por dia (Pastori et al., 2007; Pereira et al., 2007). Os parasitoides ficaram durante 24 horas em contato com os ovos e após esse período, as gaiolas foram abertas e as plantas levadas ao laboratório para avaliação.

No laboratório, as plantas foram cortadas na base, cada folha foi numerada da base ao ápice (Figura 3) e retiradas do caule. As folhas por sua vez foram qualificadas de acordo com a superfície (Abaxial ou Adaxial) (Figura 4 A e B) e a região da folha (superior, mediana ou inferior) (Figura 4 C).

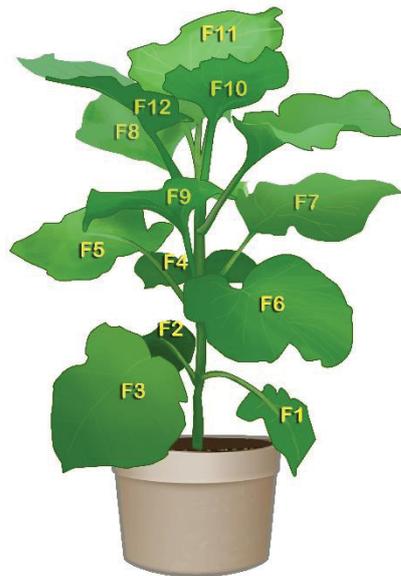


Figura 3 – Modelo de numeração das folhas de couve manteiga (vista lateral da planta).

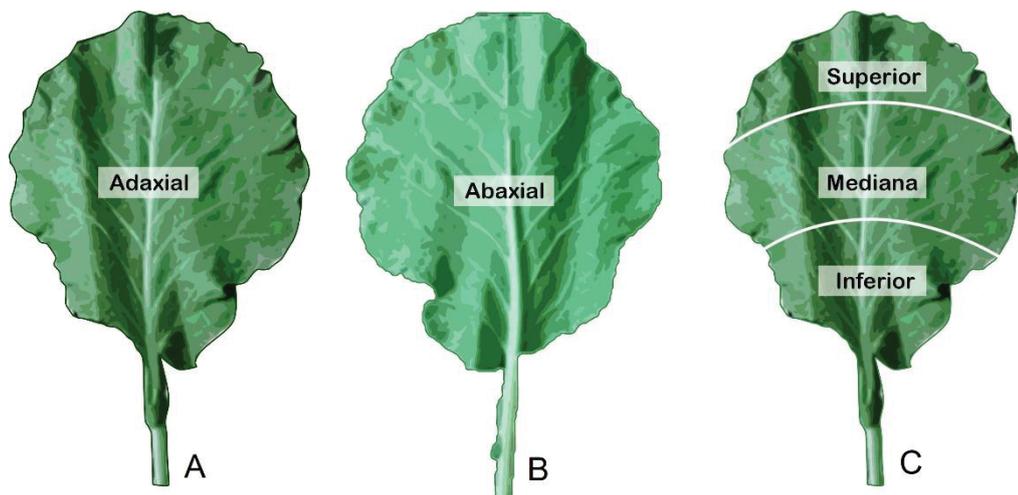


Figura 4 – Visualização da folha de couve manteiga: A – Superfície Adaxial; B – Superfície Abaxial; C – Regiões da folha (Superior, Mediana, Inferior).

Com auxílio de estereomicroscópio, as folhas foram avaliadas quanto à presença de ovos de *P. xylostella* em cada uma destas áreas. Ao serem encontrados, os ovos eram removidos com auxílio de um pincel e fixados em uma cartela de cartolina devidamente identificada com a parte da planta da qual foram retirados. As cartelas foram individualizadas em tubos de ensaio vedados com filme plástico, e mantidos em estufa do tipo B.O.D. a  $25 \pm 2$  °C, e fotoperíodo de 12 horas (D:L). Após 10 dias, os ovos foram avaliados quanto ao parasitismo.

Foram avaliadas a distribuição dos ovos de *P. xylostella* e o parasitismo de *T. pretiosum* quanto à: região da folha (parte superior, mediana ou inferior); superfície da folha (Abaxial ou Adaxial); e em qual folha, sendo consideradas da base para o ápice.

## **2.5. Experimento 2 – Horário de parasitismo**

O experimento foi conduzido em área aberta, para avaliar a influência das variáveis climáticas (temperatura e umidade relativa) e fotoperíodo no decorrer das horas sobre parasitismo de *T. pretiosum*. Para isso, 10 plantas de couve manteiga, com 40 dias após o transplante para os vasos de 10 L, foram acondicionadas no interior das gaiolas conforme descrito no experimento anterior. Em cada gaiola foram liberadas 120 fêmeas de *T. pretiosum* com 24 horas de vida e previamente alimentados com mel puro.

Em cada planta foram colocadas 2 cartelas de cartolina azul celeste (1 x 5 cm), cada uma contendo 10 ovos de *P. xylostella* (estéreis de no máximo 24h). As cartelas, foram trocadas a cada 2 horas a fim de registrar o nível de parasitismo em função do horário. As cartelas foram substituídas às: 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 00, 2, 4 e 6 horas. As cartelas retiradas da planta foram individualizadas em tubos de ensaio vedados com plástico filme e mantidas em B.O.D. nas condições citadas anteriormente, até a emergência dos parasitoides. As variáveis climáticas foram monitoradas a cada 2 horas através de um termohigrômetro digital.

## **2.6. Análise Estatística**

Os dados obtidos de ambos os experimentos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os valores comparados pelo teste de Scott-Knott (Scott e Knott, 1974). Nós testamos a influência da temperatura e umidade relativa sobre o sucesso de parasitismo através de modelos de regressão linear (LM). A normalidade dos dados foi verificada através do teste *Shapiro-Wilk* e resposta e também avaliando graficamente o ajuste dos resíduos dos modelos GLM através dos gráficos de ajuste de quartis preditos pelo modelo e dos dados (QQ Plot) e dos histogramas dos resíduos. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico R Studio, versão 3.4.1 (R Core Team, 2017) utilizando o pacote ScottKnott (Jelihovschi et al., 2014).

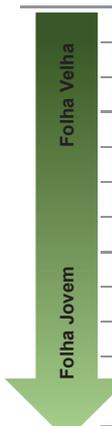
## **3. RESULTADOS**

### **3.1. Distribuição dos ovos**

As fêmeas de *P. xylostella* preferiram ovipositar nas folhas da parte intermediária das plantas (Figura 1), onde foram registradas as maiores quantidades de ovos (Tabela 1). Já para *T. pretiosum*, não se observou preferência por ovos em

relação a posição das folhas na planta, pois as médias não foram significativamente diferentes (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de folhas avaliadas (N), número máximo e média ( $\pm$  desvio padrão) de ovos de *Plutella xylostella* por folha e média de ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum* de acordo com a posição das folhas na planta de couve manteiga.

Folha	N	Ovipositados		Parasitados		
		Máximo	Média	Máximo	% Média	
	F1	12	10	1,50 $\pm$ 3,03 b <sup>1</sup>	4	0,80 $\pm$ 1,78 a
	F2	12	17	1,92 $\pm$ 4,81 b	5	1,20 $\pm$ 2,16 a
	F3	12	27	2,92 $\pm$ 7,65 b	16	3,20 $\pm$ 7,15 a
	F4	12	11	1,83 $\pm$ 3,56 b	8	3,25 $\pm$ 3,59 a
	F5	12	29	6,41 $\pm$ 9,66 a	18	8,16 $\pm$ 6,55 a
	F6	12	32	7,83 $\pm$ 10,42 a	22	6,43 $\pm$ 7,97 a
	F7	12	6	1,33 $\pm$ 2,01 b	2	0,80 $\pm$ 1,09 a
	F8	12	40	5,4 $\pm$ 12,55 a	24	5,80 $\pm$ 10,30 a
	F9	12	8	0,83 $\pm$ 2,32 b	1	0,50 $\pm$ 0,70 a
	F10	10	6	1,60 $\pm$ 2,27 b	3	1,75 $\pm$ 1,25 a
	F11	7	1	0,25 $\pm$ 0,46 b	1	0,50 $\pm$ 0,70 a
	F12	3	1	0,25 $\pm$ 0,50 b	0	0,00 $\pm$ 0,00 a
Miolo	12	0	0,00 $\pm$ 0,00 b	0	0,00 $\pm$ 0,00 a	
Caule	12	18	2,75 $\pm$ 6,06 b	4	2,00 $\pm$ 2,30 a	
<i>p</i>			< 0,01		0,498	

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Ao avaliar a oviposição e o parasitismo relacionados à superfície da folha de couve manteiga, verificou-se que *P. xylostella* e *T. pretiosum* tiveram preferência pela superfície adaxial, com média de 21,00 ovos, dos quais 13,22 estavam parasitados, diferindo estatisticamente da superfície abaxial (Tabela 2).

Com relação à região da folha de couve, o maior número de ovos da traça foi registrado na região superior, com média de 0,80 ovos e 2,68 destes parasitados por *T. pretiosum* (Tabela 3).

Tabela 2 – Número máximo e média ( $\pm$  desvio padrão) de ovos de *Plutella xylostella* e parasitados por *Trichogramma pretiosum* na superfície adaxial e abaxial de folhas de couve manteiga

Superfície	Ovipositados <sup>1</sup>		Parasitados <sup>1</sup>	
	Máximo	Média	Máximo	% Média
Abaxial	30	6,67 $\pm$ 9,38 b	13	5,71 $\pm$ 4,60 b
Adaxial	47	21,00 $\pm$ 18,46 a	30	13,22 $\pm$ 9,79 a
<i>p</i>		2,88 <sup>-02</sup>		0,06543

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem significativamente pelo Teste-t a 5%.

Tabela 3 – Número máximo e média ( $\pm$  desvio padrão) de ovos de *Plutella xylostella* e parasitados por *Trichogramma pretiosum* na região superior, mediana e inferior das folhas de couve manteiga

Região	Ovipositados <sup>1</sup>		Parasitados <sup>1</sup>	
	Máximo	Média	Máximo	% Média
<b>Superior</b>	32	0,80 $\pm$ 3,23 a	22	2,68 $\pm$ 4,60 a
<b>Mediana</b>	12	0,27 $\pm$ 1,28 b	8	1,50 $\pm$ 2,28 a
<b>Inferior</b>	24	0,42 $\pm$ 2,08 b	16	2,04 $\pm$ 3,55 a
<b>p</b>		0,03		0,53

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5%.

### 3.2. Horário de parasitismo

A totalidade do parasitismo de *T. pretiosum*, foi registrada no período diurno (fotofase), onde as médias de parasitismo variaram de 34,21% a 57,65%, as quais diferiram estatisticamente das médias do período noturno (escotofase) (Tabela 4).

Na avaliação das 14 horas registrou-se uma queda significativa na porcentagem de ovos parasitados devido à precipitação pluviométrica que provocou uma queda na temperatura e um aumento na umidade relativa do ar (Tabela 4). Ao relacionar estatisticamente através de regressão linear, as variáveis climáticas com o sucesso de parasitismo, verifica-se que a temperatura ( $F = 111.1$ ,  $R^2 = 0,48$ ,  $p < 0,001$ ) e a umidade relativa ( $F = 127.72$ ,  $R^2 = 0,52$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 5 – A e B) tiveram uma influência significativa.

Tabela 4 – Média do sucesso de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *P. xylostella*, temperatura ( $^{\circ}$ C) e Umidade relativa (%) durante a realização do experimento em semi-campo.

Hora	Sucesso de Parasitismo (%)	Temperatura ( $^{\circ}$ C)	UR (%)
<b>8h</b>	57,65 $\pm$ 31,02 a <sup>1</sup>	26,10	78,00
<b>10h</b>	46,80 $\pm$ 21,03 b	34,90	55,00
<b>12h</b>	40,48 $\pm$ 21,81 b	37,40	42,00
<b>14h</b>	9,87 $\pm$ 14,25 c	23,50	88,00
<b>16h</b>	34,21 $\pm$ 19,33 b	25,90	77,00
<b>18h</b>	39,99 $\pm$ 32,61 b	26,20	71,00
<b>20h</b>	4,67 $\pm$ 9,19 c	22,40	85,00
<b>22h</b>	4,73 $\pm$ 6,97 c	21,00	92,00
<b>00h</b>	0,53 $\pm$ 2,29 c	22,00	90,00
<b>2h</b>	0,00 $\pm$ 0,00 c	21,90	88,00
<b>4h</b>	0,00 $\pm$ 0,00 c	21,90	89,00
<b>6h</b>	0,00 $\pm$ 0,00 c	21,40	90,00
<b>p</b>	2,00 <sup>-16</sup>		

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5%.

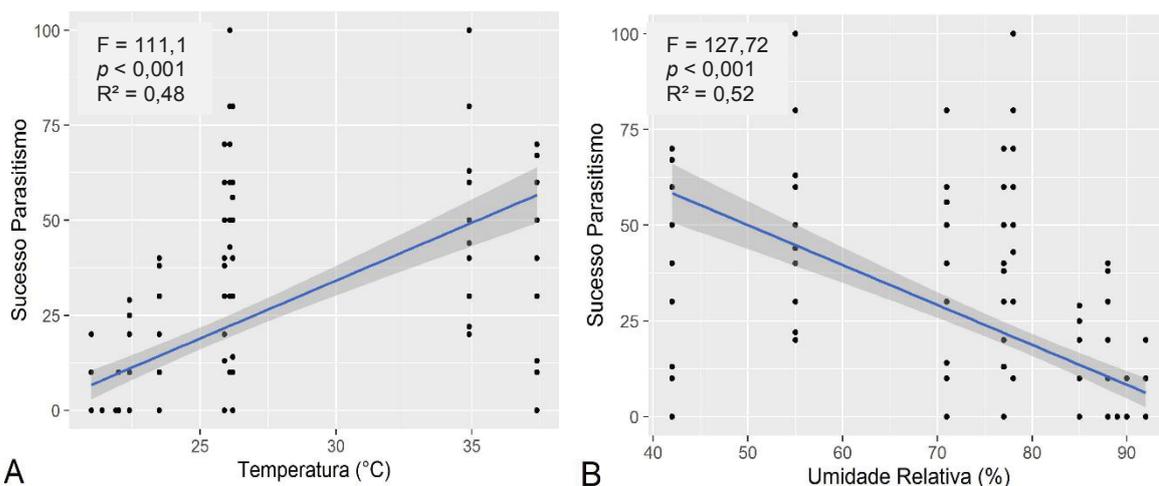


Figura 5 – Regressão Linear do sucesso de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Plutella xylostella* durante 24 horas com (A) Temperatura (°C) e (B) Umidade Relativa (%).

#### 4. DISCUSSÃO

Lepidópteros tem preferência por ovipositar em determinadas áreas da folha, o que faz necessário conhecer esse comportamento de preferência, para que estratégias de monitoramento e controle, e de avaliação da eficácia de inimigos naturais sejam possíveis (Gingras et al., 2003; Hamilton et al., 2005; Faria et al., 2008). As fêmeas de *P. xylostella*, tiveram preferência por ovipositar nas folhas intermediárias, e baixa oviposição nas folhas mais velhas e nas muito jovens. Além disso, o maior número de ovos foi registrado para a superfície adaxial da folha. Resultados semelhantes foram obtidos por Badenes-Perez et al. (2006) em um experimento misto de repolho e erva-de-santa-bárbara (*Barbarea vulgaris* (Brassicaceae)), onde *P. xylostella* depositou 99% dos ovos em *B. vulgaris*, tendo preferência pelas folhas mais jovens, ovipositando em média 3,7 ovos a mais, que nas folhas velhas. Estes resultados corroboram ainda com Zago et al. (2010), que observaram a preferência de *P. xylostella* por ovipositar na superfície adaxial, na região superior das folhas mais jovens de repolho.

Outros lepidópteros como *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em cultivos de tomate em casa de vegetação, demonstraram preferência para oviposição nas primeiras folhas de cima para baixo, e estavam ausentes no ápice, além de preferência pela superfície adaxial das folhas, corroborando com os resultados obtidos neste estudo (Faria et al., 2008).

Dois fatores podem estar associados a essa preferência por folhas intermediárias no presente trabalho. O primeiro é a presença de saponinas nas folhas, que tendem a aumentar com a idade da planta, as quais podem afetar o desenvolvimento da praga (Carlsson, 1980). O segundo, é que as folhas do ápice, possuem tamanho menor e estão mais expostas a produtos químicos que possam ser aplicados, bem como ao forrageio de inimigos naturais (Shiojiri e Takabayashi, 2003; Zago et al. 2010).

Com relação ao parasitismo por *T. pretiosum*, não se observou diferença significativa em relação à ordem das folhas (velhas → jovens), bem como à região da folha. Mas, houve diferença significativa em relação à superfície, sendo a maior média registrada para a adaxial. Faria et al. (2008), observaram resultados semelhantes para *T. pretiosum*, que não parasitou ovos no ápice de tomateiros, preferindo a superfície adaxial das folhas. Em cultivos de milho, ovos de *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) que foram grampeados em folhas no terço superior da planta foram muito menos parasitados por *Trichogramma ostriniae* Pang et Chen (Hym: Trichogrammatidae) do que aqueles no terço médio e inferior da planta (Wang et al., 1997), demonstrando que parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* podem apresentar preferência pelos ovos em determinados locais da planta de acordo com a espécie.

Fatores como a área de superfície das folhas e a complexidade estrutural da planta, podem interferir na eficácia de parasitismo. Em um experimento verificou-se a relação entre a estrutura de crucíferas com diferentes graus de complexidade e a média de parasitismo de *Trichogramma evanescens* Westwood e *T. pretiosum* sendo repolho, brócolis, couve de Bruxelas (baixa, média e alta complexidade respectivamente), e constatou-se que repolho apresentou a maior média de parasitismo para ambas as espécies de parasitoides, enquanto que couve de Bruxelas, com folhas de alta complexidade, apresentou a menor média (Gingras et al., 2003), demonstrando a importância de se compreender a influência da planta para a cultura que se pretende trabalhar no parasitismo.

Os autores demonstraram que as características da superfície das plantas hospedeiras podem impedir ou diminuir a velocidade de busca de *T. pretiosum*, uma vez que a procura pelo ovo na planta é feita caminhando e que os ovos hospedeiros são reconhecidos a uma distância de cerca de 4 mm (Schmidt, 1994).

Neste sentido, a couve manteiga apresenta-se como uma cultivar com boas características físicas, como limbo bem desenvolvido, arredondado, com pecíolo longo, nervuras bem destacadas (Filgueira, 2007; Trani et al., 2015) e ausência de tricomas que dificultam a busca dos ovos hospedeiros por parasitoides.

Além destes, outros trabalhos enfatizam que fatores como a área de superfície da planta, a densidade de plantas e a complexidade estrutural da planta e do habitat devem ser levadas em conta nos programas de liberação de parasitoides (Kanour e Burbutis, 1984; Smith, 1988; Andow e Prokrym, 1991; Lukianchuk e Smith, 1997; Romeis et al. 2005).

Em relação às condições climáticas, diferentes espécies de parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* demonstram preferências por intensidades de umidade relativa do ar e de temperatura, pois ambas influenciam os parâmetros da tabela de vida e a atividade de parasitismo (Pak e Oatman, 1982; Smith et al., 1986; Biever, 1972; Boldt, 1974; Forsse et al., 1992; Bouchier e Smith, 1996; Romeis et al., 2005).

No presente trabalho, as melhores médias de parasitismo foram registradas das 8 às 18 horas, sendo um período com intensa luminosidade, temperaturas variando de 25,9 à 37,4 °C e umidade relativa entre 42 e 78%. A média de temperatura do dia foi de 25,4 °C, apoiando diversos estudos de laboratório, onde as temperaturas mais apropriadas para *T. pretiosum*, estão entre 25°C e 28°C (Pratissoli e Parra, 2000; Pereira et al., 2004). Essa variação das melhores temperaturas, segundo Pratissoli e Parra (2000) pode ser explicada, uma vez que parâmetros biológicos não dependem apenas da temperatura utilizada, mas também da adaptação da espécie ou linhagem e do hospedeiro utilizado, logo os parasitoides utilizados neste experimento, são adaptados às temperaturas elevadas registradas em Mato Grosso.

Outros estudos em campo também registraram a influência das condições climáticas na eficácia de parasitismo. Wang et al. (1997) liberaram em cultivos de milho doce *Trichogramma ostrinae* Pang et Chen (Hymenoptera: Trichogrammatidae), para controle da broca europeia do milho, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae), e verificaram que a temperatura média mais alta, afetou negativamente o parasitismo durante os períodos mais quentes da estação e, temperaturas mais baixas (<17° C) reduziram o parasitismo dos ovos durante os períodos mais frios da estação, concluindo então que *T. ostrinae* parasita mais ovos entre 20 e 28 °C do que em temperaturas abaixo de 17 °C e acima de 30 °C, sendo

entre 22 e 25 °C a melhor temperatura para o comportamento de forrageamento. Bouchier e Smith (1996), demonstraram que temperatura sozinha pode explicar 75% da variação nas taxas de parasitismo de *T. minutum* Riley em condições de campo, comprovando assim a importância de se conhecer a atividade da espécie, no local onde se pretende implementar ações de manejo com o parasitoide.

Baseado nos resultados, fica claro que as condições climáticas e a arquitetura das plantas devem ser levadas em consideração para otimizar os níveis de parasitismo. Além disso, outros aspectos citados por Romeis et al. (2005), como a área de superfície, a densidade e o espaçamento das plantas, além da complexidade estrutural e o habitat também devem ser levados em conta nos programas de liberação de parasitoides.

## 5. CONCLUSÃO

*Plutella xylostella* tem preferência por ovipositar nas folhas da região média da planta, na parte superior da superfície adaxial. Em *T. pretiosum*, verificou-se que as maiores médias de parasitismo foram registradas na parte superior da superfície adaxial, não havendo preferência pela posição dos ovos na folha e nem na planta. Com relação as variáveis climáticas, *T. pretiosum* teve as maiores médias de parasitismo com temperaturas variando de 25,9 à 37,4 °C e umidade relativa entre 42 e 78% entre as 8 e as 18 horas (fotofase), e ausência de parasitismo no período noturno (escotofase), indicando que liberações em campo devem ser realizadas preferencialmente nas primeiras horas da manhã para que o parasitoide tenha toda a fotofase disponível para parasitismo.

## 6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pós-graduação concedida. À equipe do laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Mato Grosso câmpus de Tangará da Serra. E ao proprietário da horta em Tangará da Serra – MT pelo auxílio na execução da pesquisa.

## 7. REFERÊNCIAS

Andow, D.A., Prokrym, D.R. 1991. Release density, efficiency and disappearance of *Trichogramma nubilale* for control of European corn borer. *Entomophaga*, 36: 105–113. <https://doi.org/10.1007/BF02374641>

Badenes-Perez, F. R., Nault, B. A., Shelton, A. M. 2006. Dynamics of diamondback moth oviposition in the presence of a highly preferred non-suitable host. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 120: 23–31. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2006.00416.x>

Biever, K.D. 1972. Effect of Temperatures on the Rate of Search by *Trichogramma* and Its Potential Application in Field Releases. *Environmental Entomology*, 1: 194–197. <https://doi.org/10.1093/ee/1.2.194>

Boldt, P.E. 1974. Temperature, Humidity, and Host: Effect on Rate of Search of *Trichogramma evanescens* and *T. minutum* auctt. (not Riley, 1871). *Annals of the Entomological Society of America*, 67: 706–708. <https://doi.org/10.1093/aesa/67.4.706>

Bourchier, R.S., Smith, S.M. 1996. Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 80: 461–468. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1996.tb00960.x>

Camargo Filho, W.P., Camargo, F.P. 2010. Acomodação da produção olerícola no Brasil e em São Paulo, 1990 - 2010 Análise, Perspectiva e Tendências 2015. Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br>. Acesso em 10.12.2015.

Carlsson, R. 1980. Quantity and Quality of Leaf Protein Concentrates from *Atriplex hortensis* L., *Chenopodium quinoa* Willd. and *Amaranthus caudatus* L, Grown in Southern Sweden, *Acta Agriculturae Scandinavica*, 30: 418-426. <https://dx.doi.org/10.1080/00015128009435289>

Chagas Filho, Norton R, Boiça Jr, Arlindo L, e Alonso, Tania F. 2010. Biologia de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) em cultivares de couve-flor. *Neotropical Entomology*, 39: 253-259. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000200017>

Cruz, F. 2018. Pesquisa mostra que 80% dos brasileiros buscam alimentação saudável. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2018-05/pesquisa-mostra-que-80-dos-brasileiros-buscam-alimentacao-saudavel>. Acesso em 05.09.2018.

Faria, C.A, Torres, J.B., Fernandes, A.M.V., Farias, A.M.I. 2008. Parasitism of *Tuta absoluta* (Meyrick) in tomato plants by *Trichogramma pretiosum* Riley in response to host density and plant structures. *Revista Ciência Rural*, 38: 1504-1509. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000600002>

Filgueira, F.A.R. 2007. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ªed. ver. e ampl. – Viçosa, MG: UFV.

Forsse, E., Smith, S.M., Bourchier, R.S. 1992. Flight initiation in the egg parasitoid *Trichogramma minutum*: Effects of ambient temperature, mates, food, and host eggs. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 62: 147–154. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1992.tb00654.x>

Gingras, D., Dutilleul, P., Boivin, G. 2003. Effect of plant structure on host finding capacity of lepidopterous pests of crucifers by two *Trichogramma* parasitoids. *Biological Control*, 27: 25-31. [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(02\)00189-5](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(02)00189-5)

Hamilton, A.J., Endersby, N.M., Ridland, P.M., Neal, M. 2005. Effects of cultivar on oviposition preference, larval feeding and development time of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), on some *Brassica oleracea* vegetables in Victoria. *Australian Journal Entomology*, 44: 284-287. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2005.00468.x>

Jelihovschi, E.G., Faria, J.C. e Allaman, I.B. 2014. ScottKnott: A Package for Performing the Scott-Knott Clustering Algorithm in R. *Trends in Applied and Computational Mathematics* 15, p. 3-17. Disponível em: <http://www.sbmac.org.br/tema/seer/index.php/tema/article/view/646/643>

Kanour, W.W., Burbutis, P.P. 1984. *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) field releases in corn and a hypothetical model for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, 77: 102–107. <https://doi.org/10.1093/jee/77.1.103>

Lukianchuk, J.L., Smith, S.M. 1997. Influence of structural complexity on the foraging success of *Trichogramma minutum*: a comparison of search on artificial and foliage models. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 84: 221–228. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1997.00219.x>

Marchioro, C. A. e L. A. Foerster. 2011. Development and Survival of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a Function of Temperature: Effect on the Number of Generations in Tropical and Subtropical Regions. *Neotropical Entomology*, 40: 483–488. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000500003>

Martinelli, S.; Montagna, M.A.; Picinato, N.C.; Silva, F.M.A.; Fernandes, O. A. 2003. Eficácia do indoxacarb para o controle de pragas em hortaliças. *Horticultura Brasileira*, 21: 501.505. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362003000300018>

Olson, D.M., Andow, D.A. 2006. Walking pattern of *Trichogramma nubilale* Ertle e Davis (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on various surfaces. *Biological Control*, 39: 329-335. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.08.018>

Pak, G.A., Oatman, E.R. 1982. Comparative life table, behavior and competition studies of *Trichogramma brevicapillum* and *T. pretiosum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 32: 68–79. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1982.tb03183.x>

Parra, J.R.P. 2014. Biological Control in Brazil: an overview. *Scientia Agricola*, 71: 420-429. <https://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167>

Parra, J.R.P.; Coelho Junior, A.; Geremias, L.D.; Bertin, A.; Ramos, C. J. 2014. Criação de *Anagasta kuehniella*, em pequena escala, para produção de *Trichogramma*. [S.l: s.n.]. Piracicaba: Occasio.

Parra, J. R. P. e R. A. Zucchi. 2004. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. *Neotropical Entomology*, 33: 271-281. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000300001>

Pastori, P.L., Monteiro, L.B., Botton, M., Pratisoli, D. 2007. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) sob diferentes temperaturas. *Neotropical Entomology*, 36: 926-931. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2007000600015>

Pereira, F.F., Barros, R., Pratisoli, D., e Parra, J.R.P. 2004. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Neotropical Entomology*, 33: 231-236. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000200014>

Pereira, F.F., Barros, R., Pratisoli, D., Pereira, C.L.T., Vianna, U.R., Zanuncio, J.C. 2007. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma exiguum* Pinto e Platner, 1978 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em diferentes temperaturas. *Ciência Rural*, 37: 297-303. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n2/a01v37n2.pdf>

Pratisoli, D., Parra, J.R.P. 2000. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 1281-1288. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000700001>

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (2017). Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em 3 janeiro 2017.

Romeis, J., Babendreier, D., Wäckers, F.L., Shanower, T.G. 2005. Habitat and plant specificity of *Trichogramma* egg parasitoids underlying mechanisms and implications. *Basic and Applied Ecology*, 6: 215-236. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2004.10.004>

Schmidt, J. M. 1994. Host recognition and acceptance by *Trichogramma*. In Wajnberg, E., & Hassan, S. A. (Eds.), *Biological control with egg parasitoids* (pp.165–200). Wallingford: CAB International.

Scott, A.J., Knott, M.A. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics* 30: 507-512. <https://doi.org/10.2307/2529204>

Shiojiri K, Takabayashi J. 2003. Effects of specialist parasitoids on oviposition preference of phytophagous insects: encounter-dilution effects in a tritrophic interaction. *Ecological Entomology*, 28: 573-578. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2003.00539.x>

Smith, S.M. 1988. Pattern of attack on spruce budworm egg masses by *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) released in forest stands. *Environmental Entomology*, 17: 1009–1015. <https://doi.org/10.1093/ee/17.6.1009>

Smith, S.M., Hubbes, M., Carrow, J.R. 1986. Factors affecting inundative releases of *Trichogramma minutum* Ril. against the Spruce Budworm. *Journal of Applied Entomology*, 101: 29–39. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1986.tb00830.x>

Talekar, N.S., Shelton, A.M. 1993. Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth. *Annual Review of Entomology*, 92: 275–301. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>

Trani, P.A., Passos, F.A., Melo, A.M.T., Tivelli, S.W., Bovi, O.A., Pimentel, H.C. 2010. Hortaliças e plantas medicinais: manual prático 2ª ed .rev. atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 72 p. online (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 199). Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/boletim\\_tecnico%20IA\\_C199.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/boletim_tecnico%20IA_C199.pdf)

Trani, P.E., Tivelli, S.W., Blat, S.F., Praela-Pantano, A., Teixeira, E.P., Araújo, H.S., Feltran, J.C., Passos, F.A., Figueiredo, G.J.B., Novo, M.C.S.S. 2015. Couve de folha: do plantio à pós-colheita. Campinas: Instituto Agrônômico, 36 p. online. (Série Tecnologia Apta. Boletim Técnico IAC, 214). <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/couve.php>

Vinson, S. B. 1997. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, p.67-119. In: Parra, J.R.P., Zucchi, R.A. (eds). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.

Wang, B., Ferro, D.N., Hosmer, D.W. 1997. Importance of plant size, distribution of egg masses, and weather conditions on egg parasitism of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* by *Trichogramma ostriniae* in sweet corn. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 83: 337-345. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1997.00189.x>

Zago, H.B., Barros, R., Torres, J.B, Pratissoli, D. 2010. Distribuição de ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) e o parasitismo por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Neotropical Entomology*, 39: 241-247. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000200015>

Zalucki, M.P., Shabbir, A., Silva, R., Adamson, D., Shu-Sheng, L., Furlong MJ. 2012. 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 Economic Entomology*, 105: 1115–1129. <https://doi.org/10.1603/EC12107>

## **CAPITULO III**

### **Avaliação do consumo foliar e determinação do nível de dano econômico para a traça das crucíferas em couve manteiga**

Artigo Aceito no Journal Economic Entomology, ISSN (0022-0493),  
Fator de Impacto = 1.936, Qualis CAPES (Biodiversidade) = A2

## RESUMO

A traça das crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) é um microlepidóptero cosmopolita, com distribuição em todas as regiões produtoras de brássicas do mundo. No entanto, para a cultura da couve manteiga, não há nível de dano econômico (NDE) estabelecido para esta praga. Logo, estudos que avaliem o NDE de *P. xylostella* em cultivos de couve, através do número de lagartas por planta, facilitarão o monitoramento e o momento ideal para o controle, garantindo o lucro na produção e o uso de químicos apenas quando necessário. O presente estudo teve como objetivo avaliar o consumo foliar de lagartas em diferentes níveis de infestação e determinar o NDE para *P. xylostella* em cultivos de couve. Baseado no índice de redução da produtividade de couve manteiga causado por *P. xylostella*, foi possível estimar o NDE em diferentes cenários de custo de controle da praga (R\$40, R\$60, R\$80, R\$100 e R\$120.ha<sup>-1</sup>), fixando o valor do maço de couve em R\$2, e, alternativamente, com valores do maço variando em R\$0,50; R\$1, R\$2, R\$4, R\$6 e fixando o custo de controle em R\$100 por hectare. Nos cenários simulados para sete dias, o número de lagartas por planta ficou sempre abaixo de 1,38, enquanto que para 10 dias o valor máximo foi de 1,25 lagartas por planta. Ao simular cenários com diferentes valores do maço de couve, verificou-se que quanto menor o valor do maço de couve, maior foi a média de lagartas por planta para compensar o custo de aplicação (fixado em R\$100 nesta simulação). A média de lagartas por planta variou de 4,59 a 0,38 na avaliação aos sete dias, e de 4,17 a 0,35 lagartas por planta aos 10 dias de acordo com o valor do maço de couve.

**PALAVRAS CHAVE:** NDE; *Plutella xylostella*; *Brassica oleracea* var. *acephala*; Brassicaceae; Plutellidae.

Evaluation of leaf consumption and determination of economic injury level caused by *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) in *Brassica oleracea* var. *acephala*

### **ABSTRACT**

*Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) is a microlepidopteran with distribution in all brassica producing regions of the world. However, no economic injury level (EIL) has been established for this pest in collard greens. Therefore, studies evaluating the EIL of *P. xylostella* in this crop based on the number of caterpillars per plant can assist pest monitoring and the most effective time for pest control, ensuring profits and the use of pesticides only when required. The present study assessed leaf consumption of caterpillars at different levels of infestation and determined the EIL for *P. xylostella* in collard greens. Based on the yield reduction index of collard greens for *P. xylostella*, EIL was estimated for different scenarios of pest control costs, setting the market value of the bunch of collard greens, and, alternatively, with prices varying and the control cost fixed. In simulated scenarios for seven days after infestation, the number of caterpillars per plant was always below 1.38, while for 10 days, the maximum number was 1.25 caterpillars per plant. When simulating scenarios with different market values for the bunch of collard greens, the lower the price of the bunch, the higher the mean number of caterpillars per plant to compensate the application cost. The mean number of caterpillars per plant ranged from 4.59 to 0.38 in the evaluation for seven days, and from 4.17 to 0.35 caterpillars per plant for 10 days according to the price of the bunch of collard greens.

**KEY WORDS:** EIL; Diamondback moth; Kale; Brassicaceae; Plutellidae.

## 1. INTRODUÇÃO

Conhecida popularmente como traça das crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) é um microlepidóptero cosmopolita, com distribuição em todas as regiões produtoras de brássicas do mundo (Brassicaceae) (Talekar e Shelton, 1993; Kfir, 1998; Sarfraz et al., 2005; 2006).

Diversos estudos mostram que *P. xylostella* ocorre durante todo o ano no Brasil, possivelmente devido ao fato das áreas de cultivo ocorrerem, ao longo do ano, com plantas em diferentes idades, proporcionando à praga alimento abundante e contínuo (Castelo Branco et al., 1997; Marchioro, 2011). Por ser uma praga de ciclo curto e alto potencial reprodutivo, há um elevado número de gerações por ano (Ulmer et al., 2002), sendo, portanto, um fator limitante para o cultivo de crucíferas em áreas tropicais (De Bortoli et al., 2013). Os danos provocados por *P. xylostella*, podem chegar a 100% de perda da produção (Talekar e Shelton, 1993).

Entre as brássicas cultivadas, algumas variedades, como o repolho (*B. oleracea* var. *capitata*) (Nofemela e Kfir, 2005; Brandão Filho et al., 2010; Bertolaccini et al., 2011; Santos et al., 2011), couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*) (Ahmad e Ansari, 2010; Carvalho et al., 2010; Chagas Filho et al., 2010; Marchioro, 2011;) e brócolis (*B. oleracea* var. *italica*) (Carvalho et al., 2010; Marchioro, 2011), possuem mais estudos relacionados a *P. xylostella*, devido ao alto valor econômico dessas espécies. Outras brássicas, como couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*), são pouco estudadas e não há informações sobre o nível de dano econômico (NDE) para *P. xylostella*.

Segundo Nakano et al. (1981), a decisão de controle de qualquer praga deve ser tomada considerando seu potencial de dano, os aspectos econômicos da cultura e a relação custo/benefício de seu controle. Assim, o NDE é uma estimativa importante para a determinação do momento de ação, pois se conhece a densidade populacional da espécie praga que causa perda econômica igual ou maior do que o custo de controle (Chiaradia et al., 2016).

O controle de *P. xylostella* em repolho, segundo Brandão Filho et al. (2010), deve ser iniciado quando se verificar a presença de adultos na área de cultivo. De acordo com Villas-Boas et al. (1990), as pulverizações de inseticidas são recomendadas quando forem encontrados, em média, seis furos nas folhas de repolho. Filgueira (2008) lembra que o emprego de inseticidas nessas culturas deve

ser realizado somente quando estritamente necessário, porém não deixa claro quais parâmetros devem ser considerados para definir quando é necessário o controle.

Castelo Branco et al. (2001) registraram agricultores que fizeram até sete aplicações semanais em cultivos de brássicas. Tal procedimento coloca em risco os consumidores, uma vez que, em geral, as brássicas podem ser consumidas *in natura*, além de reduzir os inimigos naturais e favorecer o surgimento de resistência da praga aos produtos químicos (Miyata et al., 1982; Hama, 1987; Lin et al., 1989; Castelo Branco e Gatehouse, 1997; Sarfraz et al., 2005), bem como a contaminação do meio ambiente.

Para *P. xylostella* na cultura da couve manteiga não há NDE estabelecido, apesar de ser uma das principais pragas da cultura. Sabendo-se que estimativas de nível de dano de *P. xylostella* em cultivos de *B. oleracea* (var. *acephala*), considerando número de lagartas por planta, facilitariam o monitoramento e o momento ideal para o controle, garantindo o lucro na produção e o uso de químicos apenas quando necessário, o presente estudo avaliou o consumo foliar de lagartas em diferentes níveis de infestação e determinou o NDE para *P. xylostella*.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Cultivo de couve**

Para a manutenção da criação de *P. xylostella* e realização dos bioensaios, plantas de couve manteiga foram cultivadas em casa de vegetação. Ao atingirem aproximadamente 10 cm de altura, as mudas foram transplantadas, individualmente, para vasos plásticos de 10 L contendo solo adubado, de acordo com recomendações para a cultura. Os vasos foram mantidos sobre bancada na casa de vegetação com a temperatura variando entre 25 e 30°C e as plantas irrigadas duas vezes ao dia com aproximadamente 3 mm.

### **2.2 Criação de *Plutella xylostella***

Lagartas de *P. xylostella* foram coletadas em hortas do município de Tangará da Serra - MT e levadas para o laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Mato Grosso câmpus de Tangará da Serra, onde a criação foi estabelecida conforme metodologia descrita por Marchioro e Foerster (2011), com adaptações.

As lagartas foram mantidas em recipientes plásticos de 4,5 L, com tampa contendo uma abertura revestida com tecido fino (*voil*) para permitir a ventilação, e

alimentadas diariamente com folhas de couve manteiga. Ao atingirem a fase de pupa, foram retiradas com auxílio de uma pinça e colocadas em uma gaiola de acetato de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura.

A parte superior das gaiolas (tampas) possuía uma abertura de aproximadamente 25 cm<sup>2</sup>, a qual foi preenchida com uma folha de couve manteiga recortada, como estímulo para a oviposição. Internamente as tampas foram revestidas com papel filtro e, externamente, uma tampa era sobreposta de forma que a folha de couve ficasse encaixada entre as duas tampas. A oviposição era realizada no papel filtro ao redor da folha de couve, que a cada dois dias era trocada. O papel filtro contendo os ovos, era colocado sobre uma folha de couve dentro de recipientes plásticos e um novo ciclo se iniciava. Os adultos não recebiam alimentação e foram mantidos em sala climatizada regulada a  $25 \pm 2$  °C, umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12:12 horas (D:L).

### **2.3 Bioensaio: Número de folhas danificadas e consumo foliar**

Para avaliar o número de folhas danificadas e o consumo foliar, plantas de couve manteiga foram infestadas com diferentes quantidades de lagartas neonatas de *P. xylostella*. O bioensaio foi realizado em casa de vegetação, 30 dias após o transplante das mudas de couve para os vasos.

Para o bioensaio, papel filtro contendo ovos de 24 horas foram retirados das gaiolas de criação de *P. xylostella* e colocados em recipientes plásticos de 1 L sem alimento, até a eclosão das lagartas. Após a eclosão, com auxílio de pincel fino e estereomicroscópio, as lagartas neonatas foram colocadas em microtubos de dois ml (tipo *ependorf*<sup>®</sup>) de acordo com a quantidade que foi inoculada nas plantas.

Os tratamentos consistiram de zero (controle), duas, quatro e oito lagartas por planta, totalizando quatro tratamentos e sete repetições. Os microtubos contendo as densidades de lagartas a serem inoculadas nas plantas foram abertos, permitindo que as lagartas se dispersassem pelas folhas.

As avaliações foram realizadas aos sete e 10 dias após a inoculação (DAI) das lagartas nas plantas. Para cada avaliação, as sete plantas de cada tratamento foram cortadas na base, colocadas em bandejas plásticas e levadas ao laboratório, onde as folhas foram retiradas do caule e avaliadas uma a uma quanto à presença de danos, sendo registrado o número total de folhas (TF), o número de folhas danificadas (FD) e de folhas comercializáveis (FC), para calcular o percentual de redução da

produção (RP). Neste estudo, foram consideradas FC aquelas que não apresentaram nenhum dano, uma vez que os consumidores procuram produtos de melhor qualidade e preços acessíveis (Vilela e Macedo, 2000).

Após as avaliações, todas as folhas foram digitalizadas e, posteriormente as áreas consumidas foram medidas.

## 2.4 Medição da área foliar

As imagens obtidas na digitalização foram analisadas através do *software* ImageJ, disponível gratuitamente via internet (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>) (Abramoff, Magalhães e Ram, 2004) (Figura 1 A – H). Para a análise, o *software* foi calibrado em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>) e as áreas consumidas foram medidas. Para os casos onde as lagartas consumiram a borda da folha, a área foi demarcada utilizando a função “*freehand*” do *software*, delimitando a área da folha o mais similar possível (Figura 1 G).

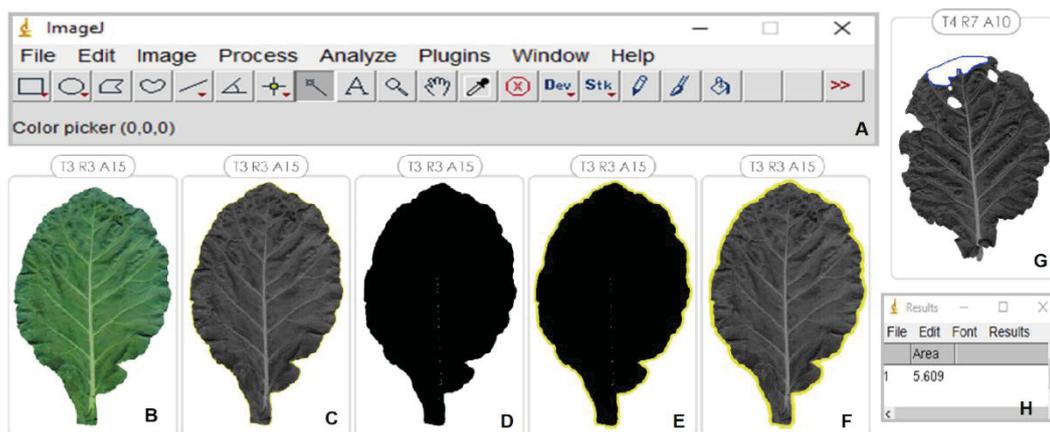


Figura 1 – (A) Software ImageJ (Abramoff, Magalhães e Ram, 2004), (B) imagem da folha de couve original, (C) imagem da folha de couve modificada para 8 bit, (D) imagem da folha de couve modificada para preto e branco, (E- F) imagem da folha de couve com bordas marcadas, (G) demonstração de como eram medidas as áreas consumidas nas bordas das folhas utilizando a função “*Freehand*”, (H) resultado da área marcada (cm<sup>2</sup>).

## 2.5 Determinação do Nível de Dano Econômico (NDE)

O NDE foi calculado pela equação:  $NDE = Cc / [(Prod*Pr)]^i$ , Onde: NDE = Nível de Dano Econômico (Nº de lagartas/planta); Cc = Custo de Controle Semanal (R\$.ha-1); Prod = Produtividade Semanal (maços.ha-1); Pr = Valor maço; i = Índice de redução da produtividade (que é o coeficiente de regressão da relação entre a densidade da praga e a perda da cultura em %) (Nakano et al., 1981; Pedigo et al.,

1986). Este índice foi calculado para os dois períodos de avaliação (sete e 10 dias após a inoculação das lagartas). Para a determinação do Nível de Controle (NC), foram estabelecidos valores 20% abaixo dos valores de NDE, conforme sugerido por Pedigo (2009), Mujica e Kroschel (2013) e Foresti et al. (2018).

A estimativa do NDE para a traça das crucíferas em couve manteiga foi obtida em diferentes cenários (Chiaradia et al., 2016) de custo de controle da praga (R\$40, R\$60, R\$80, R\$100 e R\$120.ha<sup>-1</sup>), fixando o valor do maço de couve em R\$2, e, alternativamente, com valores do maço variando em R\$0,50; R\$1, R\$2, R\$4, R\$6 e fixando o custo de controle em R\$100 por hectare. O custo de controle e o valor do maço foram escolhidos por serem próximos daqueles praticados na região onde o trabalho foi realizado no ano de 2017.

## 2.6 Análise Estatística

Os dados de número Total de Folhas (TF) e número de Folhas Danificadas (FD), bem como a Área foliar consumida (AC) e o número de Folhas Comercializáveis (FC), nos diferentes tratamentos, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*. Após constatar a variância e dados não-paramétricos, estes foram comparados pelo teste de agrupamento de *Scott-Knott* a 5% (Scott e Knott, 1974) pelo pacote *SkottKnott* (Jelihovschi et al., 2014). Além disso, foram obtidos o percentual de redução da produção (RP) e o índice de redução da produtividade (i) para o cálculo de NDE, através do coeficiente de regressão da relação entre a densidade da praga e a perda da cultura em %. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico R (R Core Team, 2017), e para criação dos gráficos utilizou-se o pacote *ggplot2* (Wickham, 2009).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Número de folhas danificadas e consumo foliar

O número médio do total de folhas (TF) das plantas avaliadas não diferiu estatisticamente em nenhuma das avaliações realizadas aos sete e 10 DAI das lagartas (Tabelas 1 e 2), garantindo assim que todas as plantas eram semelhantes.

A média de folhas danificadas (FD) por *P. xylostella* aos sete DAI diferiu estatisticamente, variando de 0,00 (no controle) a 5,85 no tratamento com oito lagartas inoculadas (Tabela 1). Na avaliação aos 10 DAI também houve diferença estatística na média de folhas danificadas em relação ao controle, sendo que o tratamento com

oito lagartas diferiu dos demais, enquanto que os tratamentos com duas e quatro lagartas não diferiram entre si (Tabela 2).

Tabela 1 – Médias do total de folhas nas plantas avaliadas (TF), das folhas danificadas por *Plutella xylostella* (FD), área foliar consumida em cm<sup>2</sup> (AC) e das folhas comerciais (FC) e percentual de redução da produção (RP), sete dias após a inoculação (DAI) das lagartas

Sete DAI						
Trat.	N	TF <sup>N.S.<sup>1</sup></sup>	FD <sup>2</sup>	AC <sup>2</sup>	FC <sup>2</sup>	RP (%)
<b>Zero</b>	7	11,28 ± 1,39	0,00 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00 c	11,28 ± 1,38 a	0,00
<b>Duas</b>	7	14,28 ± 3,54	3,28 ± 1,79 b	1,42 ± 1,97 b	11,00 ± 2,82 a	2,48
<b>Quatro</b>	7	11,71 ± 2,87	2,85 ± 1,95 b	5,37 ± 5,44 a	8,85 ± 2,47 a	21,54
<b>Oito</b>	7	11,28 ± 2,49	5,85 ± 1,21 a	3,82 ± 3,25 a	5,42 ± 2,87 b	51,95
<b>F</b>		2.01	18.91	12.40	8.41	-
<b>Valor-p</b>		0,14	1,64 <sup>-6</sup>	1,03 <sup>-7</sup>	5,39 <sup>-4</sup>	-

<sup>1</sup>N.S. Médias não diferem estatisticamente pela análise de variância à 5%. <sup>2</sup> Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de *Scott-Knott* à 5%.

Tabela 2 – Médias do total de folhas nas plantas avaliadas (TF), das folhas danificadas por *Plutella xylostella* (FD), área foliar consumida em cm<sup>2</sup> (AC) e das folhas comerciais (FC) e percentual de redução da produção (RP) 10 dias após a inoculação (DAI) das lagartas

10 DAI						
Trat.	N	TF <sup>N.S.<sup>1</sup></sup>	FD <sup>2</sup>	AC <sup>2</sup>	FC <sup>2</sup>	RP (%)
<b>Zero</b>	7	15,42 ± 2,14	0,00 ± 0,00 c	0,00 ± 0,00 b	15,42 ± 2,14 a	0,00
<b>Duas</b>	7	13,14 ± 1,77	3,71 ± 1,88 b	5,96 ± 5,72 a	9,42 ± 1,90 b	38,19
<b>Quatro</b>	7	14,14 ± 2,26	5,14 ± 2,26 b	9,06 ± 7,64 a	9,00 ± 1,29 b	40,94
<b>Oito</b>	7	13,71 ± 1,38	7,14 ± 1,67 a	16,13 ± 27,44 a	6,57 ± 2,69 c	56,89
<b>F</b>		1.78	22.08	10.57	23.08	-
<b>Valor-p</b>		0,18	4,38 <sup>-7</sup>	1,07 <sup>-6</sup>	2,98 <sup>-7</sup>	-

<sup>1</sup>N.S. Médias não diferem estatisticamente pela análise de variância à 5%. <sup>2</sup> Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de *Scott-Knott* à 5%.

Não há estudos que determinem o número de folhas que cada lagarta de *P. xylostella* é capaz de danificar durante o seu desenvolvimento. No presente estudo, verificou-se que duas lagartas por planta danificaram, aproximadamente, três folhas após sete dias na planta, e assim permaneceram até o décimo dia. Porém, no tratamento com oito lagartas o número de folhas danificadas aos sete e 10 DAI foi de aproximadamente cinco e sete, respectivamente, mostrando que as lagartas migraram entre as folhas ao longo dos dias avaliados. Essa troca de folhas pode estar relacionada à densidade de lagartas, visto que no tratamento com oito lagartas havia uma maior probabilidade delas se encontrarem na mesma folha e competirem pelo

espaço e pelo alimento, levando-as a mudarem de folha, ou ainda pode estar relacionada às condições nutricionais da folha ou mesmo à sua textura, induzindo a mudança para outras folhas, causando assim um novo dano.

Apesar da ausência de estudos sobre o número de folhas que cada lagarta é capaz de danificar, *P. xylostella* é uma das pragas cosmopolitas mais destrutivas, que requer aproximadamente US\$ 1,0 bilhão globalmente em custos de gestão anual, além das perdas de colheita, que podem chegar a 100% (Talekar e Shelton, 1993).

Com relação à área foliar consumida (AC) por *P. xylostella*, as médias diferiram do tratamento controle em ambas as avaliações (Tabela 1 e 2), sendo que, na avaliação aos sete dias, os tratamentos com quatro e oito lagartas não diferiram entre si (Tabela 1), e aos 10 dias todos os tratamentos com lagartas não diferiram significativamente (Tabela 2). O consumo foliar de *P. xylostella* pode estar relacionado às condições da planta como mencionado anteriormente e também ao instar da lagarta, assim como à variedade da brássica utilizada neste estudo (var. *acephala*). Em um estudo realizado por De Bortoli et al. (2013), ao avaliarem a área foliar consumida por lagartas de segundo instar de *P. xylostella* por um período de 26 horas, observaram que nos discos foliares de brócolis houve um consumo maior (0,92 cm<sup>2</sup>) que em couve (0,36 cm<sup>2</sup>), indicando uma possível preferência pela variedade.

Ao avaliar o número de folhas aptas a serem comercializadas (FC), ou seja, do número de folhas produzidas pela planta, foram subtraídas as folhas danificadas por *P. xylostella*, e como resultado, aos sete DAI, os tratamentos com duas e quatro lagartas não diferiram do tratamento controle, sendo que apenas oito lagartas reduziram significativamente o número de folhas comercializáveis (Tabela 1). Na avaliação aos 10 DAI, registrou-se uma redução significativa do número de folhas comercializáveis nos tratamentos de duas e quatro lagartas, e uma maior redução com oito lagartas (Tabela 2).

Apesar das médias de folhas comercializáveis do controle não diferirem estatisticamente dos tratamentos com duas e quatro lagartas com 7 DAI (Tabela 1), na prática, cada folha perdida pelo dano da lagarta significa prejuízo para o produtor, logo, se considerarmos que o controle e o tratamento com duas lagartas produziram 11,28 e 11,00 folhas comercializáveis, respectivamente, e o tratamento com quatro lagartas produziu 8,85 folhas, isso representa uma diferença de aproximadamente três

folhas, e se considerarmos um plantio comercial essa perda tem um aumento considerável.

Os consumidores procuram produtos de melhor qualidade e preços acessíveis (Vilela e Macedo, 2000), por isso, neste estudo, foram consideradas FC aquelas que não apresentaram nenhum dano. Na prática, quando a oferta é maior que a procura, a qualidade do produto final é determinante na hora da escolha, mas em períodos onde a oferta do produto é menor, os preços sobem e é possível comercializar folhas que apresentem pequenos danos, e assim a média de folhas comercializáveis poderia ser maior, pois as folhas com pequenos danos poderiam ser consideradas aptas à comercialização.

Ao calcular o percentual de redução da produção (RP), aos sete DAI, no tratamento com duas lagartas, a redução foi de 2,48% (Tabela 1), porém aos 10 DAI neste mesmo tratamento a redução da produção aumentou para 38,19% (Tabela 2), sendo um prejuízo considerável, demonstrando que, o controle deve ser realizado nas fases iniciais da lagarta. No tratamento com quatro lagartas a redução foi de 21,54 e 40,94% aos sete e 10 DAI, respectivamente, e no tratamento com oito lagartas a redução foi superior a 50% em ambas as avaliações (Tabelas 1 e 2).

### 3.2 Nível de Dano Econômico (NDE)

Através da análise de regressão da redução da produtividade (RP) para os dois períodos avaliados, se estimou o valor do índice de redução da produtividade (i), ficando em 6,88 para sete e 6,26 para 10 DAI (Figura 2).

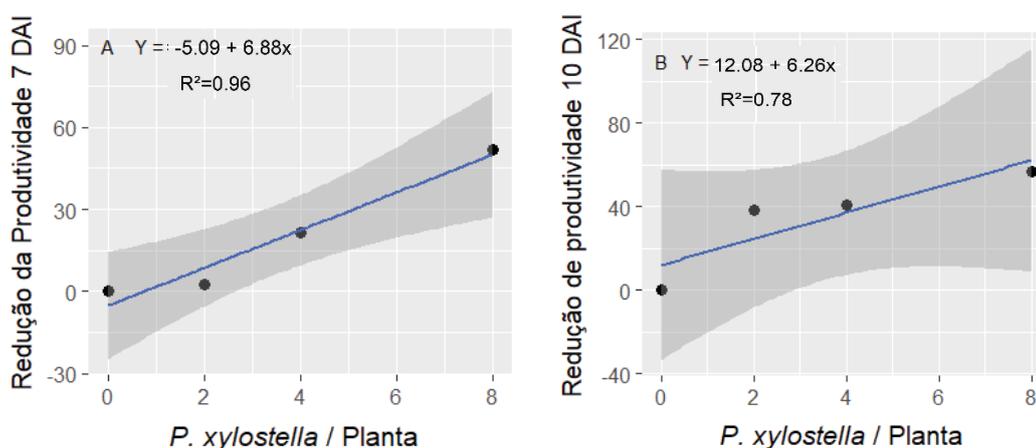


Figura 2 – Gráficos de regressão da redução da produtividade de folhas de couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) pelo dano de *Plutella xylostella* (A) 7 e (B) 10 dias após a inoculação.

Baseado no índice de redução da produtividade de couve manteiga causado por *P. xylostella*, foi possível estimar o NDE, considerando diferentes custos de controle semanal e o valor do maço de couve com aproximadamente 10 folhas, fixado em R\$ 2, além do tempo em que a lagarta ficou na planta (Figura 3). Nos cenários simulados para sete dias, o número de lagartas por planta ficou sempre abaixo de 1,38, enquanto que para 10 dias o valor máximo foi de 1,25 lagartas por planta (Figura 3).

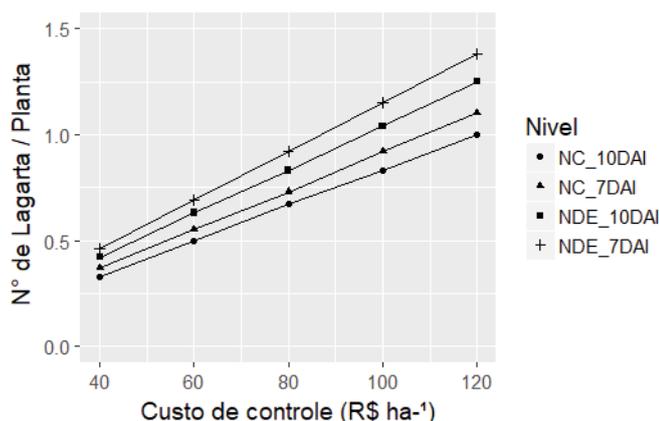


Figura 3 – Nível de dano econômico (NDE) e Nível de Controle (NC) para *Plutella xylostella* em couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) em função de diferentes custos de controle (fixando o preço do maço em R\$2).

Ao simular cenários com diferentes valores do maço de couve, verificou-se que quanto menor o valor do maço de couve, maior foi a média de lagartas por planta para compensar o custo de aplicação (fixado em R\$100 nesta simulação) (Figura 4). A média de lagartas por planta variou de 4,59 a 0,38 na avaliação aos sete dias, e de 4,17 a 0,35 lagartas por planta aos 10 dias (Figura 4).

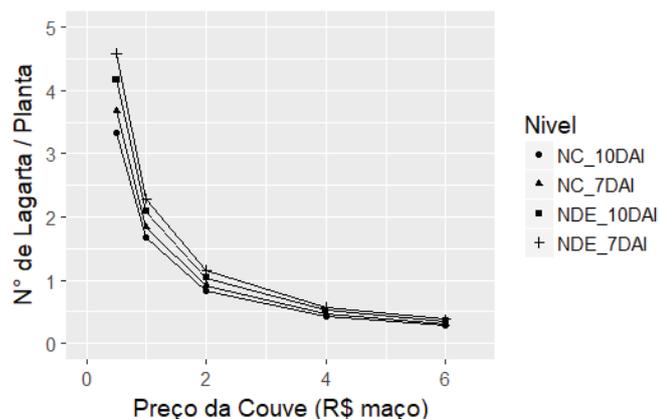


Figura 4 – Nível de dano econômico (NDE) e Nível de Controle (NC) para o *Plutella xylostella* em couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) em função de diferentes preços do maço (fixando o custo de controle em R\$100.ha<sup>-1</sup>).

A determinação do NDE de uma cultura contribui para que as aplicações de produtos químicos ou mesmo outras estratégias de manejo, sejam utilizadas apenas quando necessário, garantindo assim a preservação do meio ambiente, alimentos mais saudáveis e menores gastos para o produtor. O valor encontrado para o NDE no presente estudo é um valor pequeno quando comparado a outras culturas, mas a diferença é que para *P. xylostella* o dano é provocado diretamente no produto a ser comercializado, ao contrário de outras culturas, onde o dano de lagartas nas folhas reduz a taxa fotossintética que conseqüentemente irá reduzir a produtividade da planta.

O Nível de Controle (NC) representa a densidade populacional na qual a ação de controle deve ser iniciada para evitar que uma crescente população da praga atinja o NDE. Assim, neste trabalho foi estimado um valor 20% abaixo que o valor determinado pelo NDE, utilizando o valor sugerido por Mujica e Kroschel (2013) e Foresti, et al. (2018), uma vez que vários fatores influenciam na determinação desse percentual (Pedigo, 2009). Os valores estabelecidos de NC são mostrados nas Figuras 3 e 4, estando representados pelas linhas pontilhadas.

Não há estudos que determinem o NDE para couve, mas alguns trabalhos em grandes culturas como a soja (*Glycine max* L.), determinam que o NDE para lagartas desfolhadoras é de 20 lagartas/m<sup>2</sup> e para lagartas que atacam as vagens esse valor é reduzido para 10 lagartas/m<sup>2</sup> (Bueno et al., 2010). Em culturas como feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), o NDE para *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) ficou abaixo de dois adultos por planta (Fazolin e Estrela, 2004). Já Chiaradia et al. (2016) ao avaliarem o NDE para o percevejo barriga-verde, *Dichelops furcatus* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae), na cultura do milho (*Zea mays* L.), constataram que os valores ficaram abaixo de 0,5 percevejo/m de plantas. Portanto, os valores de NDE são bem diversificados, pois o potencial de dano da praga, o estágio fenológico da planta e a parte onde o dano ocorre são considerados para estabelecer o NDE.

Pedigo et al. (1986) destacam que é necessário determinar inicialmente o NDE, pois esse nível se aplica como coadjuvante de táticas preventivas, isto porque a maioria das estratégias de manejo integrado de pragas (ou mesmo para outras estratégias) se baseia na redução da população de pragas abaixo do dano econômico. Stern et al. (1959) definem NDE como a menor densidade de população de uma praga

que resulta em dano econômico, ou ainda a quantidade de dano que justifica o custo de medidas de controle. O NDE deve ser utilizado como base para a determinação do nível de controle (NC), ou seja, a densidade populacional da praga em que medidas de controle deverão ser tomadas para que o crescimento populacional não atinja o NDE (Pedigo et al., 1986).

Subramanian et al. (2010), utilizando granulovírus (PlxyGV) (produto biológico), para o controle de diferentes densidades de lagartas de *P. xylostella* (>5, >10, >15 e >20 lagartas/10 plantas) em couve-flor, e comparando com custo-benefício de um produto químico (quinalphos (Ekalux 25 EC, Syngenta India Ltda) aplicado semanalmente, verificaram que PlxyGV é eficaz para o controle da praga e é comparável ao controle realizado pelo inseticida químico. No entanto, o custo de aplicação do PlxyGV foi maior, logo a relação custo-benefício foi melhor para o controle químico. O rendimento líquido da aplicação de PlxyGV diminuiu tanto nas densidades de *P. xylostella* mais baixas, devido ao maior custo de proteção da planta, quanto em limiares mais altos, devido ao aumento do dano causado pela praga.

Ainda no trabalho de Subramanian et al. (2010), quando baseado no modelo de limiar econômico para aplicação de PlxyGV, o número de lagartas foi estimado em 9-11 lagartas por dez plantas (média=1,1), enquanto que, considerando o lucro líquido por hectare e o custo da proteção das plantas, o limiar foi estimado entre 12-14 lagartas/dez plantas (média=1,4), sendo o rendimento líquido igual ao custo da proteção das plantas. Já com base no modelo de otimização econômica, o limiar ótimo para aplicação de PlxyGV foi de 15 lagartas/dez plantas (média=1,5) quando os lucros são máximos, mostrando assim que os níveis de dano econômico, podem variar dependendo do modo como são calculados. Subramanian et al. (2010) avaliaram os níveis de dano na cultura da couve-flor, a qual é comercializada a inflorescência, permitindo um número de lagartas mais elevado, enquanto que em couve manteiga são consumidas as folhas, as quais são diretamente afetadas por *P. xylostella*, fato que justifica o menor número de lagartas determinado no presente estudo.

Maltais et al. (1998), ao avaliarem diferentes níveis de ação para o controle de *P. xylostella* e outros dois lepidópteros (*Pieris rapae* (L.) (Lep.: Pieridae)) e *Tricoplusia ni*, (Hübner) (Lep.: Noctuidae) em cultivo de repolho no Canadá, concluíram que, o nível considerando 0,1 lagarta foi o mais eficiente, uma vez que teve a mesma produtividade do tratamento que teve aplicações semanais após a

constatação da praga e, para este tratamento, foram realizadas apenas três aplicações, com um custo de proteção menor. Sendo, portanto, um número mais próximo ao encontrado no presente estudo, realizado em couve manteiga.

Mamat (1996) ao realizar um trabalho em cultivo de couve chinesa (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*), avaliou três níveis de ação para o manejo integrado de *P. xylostella*, isto é, foram considerados além do número de lagartas, o percentual de parasitismo e a presença de outras espécies de lepidópteros. Como tratamentos foram avaliados o uso de *Bacillus thuringiensis* (Florbac<sup>®</sup>) ou de acefato (Orthene<sup>®</sup>) e a ausência de controle. Os resultados mostraram que o nível de ação que considera duas lagartas de *P. xylostella* é sensível, eficaz e mais prático que os outros dois níveis (MIP 1 = >4<7 e MIP 2 = >8<14). Embora não tenha sido registrada diferença significativa entre eles, quanto ao número médio de pragas por planta, porcentagem média de danos nas folhas na colheita, rendimento médio e retorno líquido médio por hectare, o número de aplicações foi menor.

Para atender o mercado de hortaliças (brássicas) com produtos de qualidade, tornam-se cada vez mais necessárias pesquisas que visem melhorar a qualidade do produto e maximizar os lucros do produtor (Junqueira e Luengo, 2000; Lourenzine e Silva, 2004), além de colaborar para a preservação da biodiversidade, uma vez que produtos químicos são utilizados apenas quando necessário e não de forma preventiva.

Através dos resultados alcançados, espera-se que o produtor possa aplicar os níveis de dano aqui estabelecidos, lembrando que os dados apresentados foram baseados em valores estimados de custo de controle e de preço do produto. Mas, o produtor pode obter estes valores de sua própria horta e calcular o NDE mais próximo de sua realidade.

#### **4. CONCLUSÃO**

Concluímos que o índice de redução da produtividade obtido através de regressão ficou em 6,88 e 6,26 para avaliações semanais e dencendiais. A partir destes valores definidos, os NDE foram calculados para dois cenários, ficando o determinado em 4,59; 2,29; 1,15; 0,57 e 0,38 lagartas/planta quando o custo de controle for igual a R\$100.ha<sup>-1</sup> e o valor do maço de couve variar respectivamente em R\$0,50; R\$1, R\$2, R\$4, R\$6. E no segundo cenário, com custo de controle da praga variando de R\$40, R\$60, R\$80, R\$100 a R\$120.ha<sup>-1</sup>, e o valor do maço de couve em

R\$2, o número de lagartas/planta foi de 0,46; 0,69; 0,92; 1,15 e 1,38 respectivamente. Para avaliações a cada 10 dias os valores NDE são ligeiramente menores. O nível de controle por sua vez, é 20% abaixo dos valores descritos acima.

## 5. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pós-graduação concedida. À equipe do laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Mato Grosso câmpus Professor Eugênio Carlos Stieler, em Tangará da Serra. E ao proprietário da horta em Tangará da Serra – MT pelo auxílio na execução da pesquisa.

## 6. REFERÊNCIAS

ABRAMOFF, MD; MAGALHÃES, PJ; RAM, SJ. 2004. Image Processing with ImageJ. *Biophotonics International*, 11:36-42.

AHMAD, T; ANSARI, MS. 2010. Studies on seasonal abundance of diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) on cauliflower crop. *Journal of Plant Protection Research*, 50: 280-287. <https://doi.org/10.2478/v10045-010-0049-6>

BERTOLACCINI, I; SÁNCHEZ, DE; ARREGUI, MC; FAVARO, JC; THEILER, N. 2011. Mortality of *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae) by parasitoids in the Province of Santa Fe, Argentina. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55: 454–456. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262011005000029>

BRANDÃO FILHO, JUT; SANTOS, HS; MARAUS, PF; SANTOS, HS. 2010. Controle químico da traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*) na cultura do repolho. *Horticultura Brasileira*, 28: S795-S800.

BUENO, AF; BATISITELA, MJ; MOSCARDI, F; BUENO, RCOF; NISHIKAWA, M; HIDALGO, G; SILVA, L; GARCIA, A; CORBO, E; SILVA, RB. 2010. Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos a produtividade. *Circular Técnica*. Londrina: Embrapa Soja, ISSN 2176-2864, 11.

CARVALHO, JS; DE BORTOLI, AS; THULER, RT; GOULART, RM; VOLPE, HXL. 2010. Efeito de sinigrina aplicada em folhas de brássicas sobre características biológicas de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Acta Scientiarum*, 32: 15-20. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.753>

CASTELO BRANCO, M; FRANÇA, FH; MEDEIROS, MA; LEAL, JGT. 2001. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: Um estudo de caso. *Horticultura Brasileira*, 19: 60-63. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362001000100012>

CASTELO BRANCO, M; FRANÇA, FH; VILLAS BÔAS, GL. 1997. Traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* - Artrópodes de importância econômica. *Comunicado Técnico*, EMBRAPA Hortaliças, Brasília, 4: 1-4.

CASTELO BRANCO, M; GATEHOUSE, AG. 1997. Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brasil. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 26: 75-79. <http://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591997000100010>

CHAGAS FILHO, NR; BOIÇA JR, AL; ALONSO, TF. 2010. Biologia de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) em cultivares de couve-flor. Neotropical Entomology, 39: 253-259. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000200017>

CHIARADIA, LA; NESI, CN; RIBEIRO, LP. 2016. Nível de dano econômico do percevejo barriga-verde, *Dichelops furcatus* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae), em milho. Agropecuária Catarinense, 29: 63-67.

DE BORTOLI, AS; POLANCZYK, RA; VACARI, AM; DE BORTOLI, CP; DUARTE, RT. 2013. *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae): Tactics for Integrated Pest Management in Brassicaceae. In.: Soloneski, S.; Larramendy, M. (Eds.). Agricultural and Biological Sciences "Weed and Pest Control - Conventional and New Challenges", ISBN 978-953-51-0984-6. <http://dx.doi.org/10.5772/54110>

FAZOLIN, M; ESTRELA, JLV. 2004. Determinação do nível de dano econômico de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola. Neotropical Entomology, 33: 631-637. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000500014>

FILGUEIRA, FAR. 2008. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV. 421p.

FORESTI J, BASTOS CS, FERNANDES FL, SILVA PRD. 2018. Economic injury levels and economic thresholds for *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) infesting seed maize. Pest Management Science, 74:149-158. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.4671>

HAMA, H. 1987. Development of pyrethroid resistance in the Diamondback Moth. Applied Entomology and Zoology, 22:166-175. <http://doi.org/10.1303/aez.22.166>

JELIHOVSCHI, EG.; FARIA, JC.; ALLAMAN, IB. 2014. ScottKnott: A Package for Performing the Scott-Knott Clustering Algorithm in R. Trends in Applied and Computational Mathematics, 15: 3-17. <http://dx.doi.org/10.5540/tema.2014.015.01.0003>

JUNQUEIRA, AH.; LUENGO, RFA. 2000. Mercados diferenciados de hortaliças. Horticultura Brasileira, 18: 95-99.

KFIR, R. 1998. Origin of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Annals of the Entomological Society of America, 91: 164-167. <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/91.2.164>

LIN, JG; HUNG, CH; SIIN, CN. 1989. Teflubenzuron resistance and microsomal monooxygenases in larvae of the Diamondback Moth. Pesticide Biochemistry and Physiology, 35:20-25. [https://doi.org/10.1016/0048-3575\(89\)90098-9](https://doi.org/10.1016/0048-3575(89)90098-9)

LOURENZANI, AEBS; SILVA, AL. 2004. Um estudo da competitividade dos diferentes canais de distribuição de hortaliças. *Gestão e Produção*, 11:385-398.

MALTAIS, PM; NUCKLE, JR; LEBLANC, PV. 1998. Economic Threshold for Three Lepidopterous Larval Pests of Fresh-Market Cabbage in Southeastern New Brunswick. *Journal of Economic Entomology*, 91: 699-707. <https://doi.org/10.1093/jee/91.3.699>

MAMAT, JMd. 1996. Plutella equivalent action threshold for insect pests of crucifers using Chinese kale as model. In: Proceedings of the Third International Workshop, 29 October - 1 November, Kuala Lumpur, Malaysia. Disponível em: <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/diamondback-moth/pdf/1996papers/1996DBM26.pdf>

MARCHIORO, CA. 2011. Flutuação Populacional de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae) e seus Parasitóides no Sudeste do Paraná: Biologia em plantas silvestres e cultivadas e exigências térmicas. Curitiba: UFPR-PPGZoologia (Tese de doutorado).

MARCHIORO, CA; FOERSTER, LA. 2011. Development and survival of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a function of temperature: effect on the number of generations in tropical and subtropical Regions. *Neotropical Entomology*, 40: 533–541. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000500003>

MIYATA, T; KAWAI, H; SAITO, T. 1982. Insecticide resistance in the Diamondback Moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Applied Entomology and Zoology*, 17:539-542. <http://doi.org/10.1303/aez.17.539>

MUJICA, N, KROSCHEL, J. 2013. Pest intensity-crop loss relationships for the leafminer fly *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. *Crop Protection*. 47:6-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2012.12.019>

NAKANO, O; SILVEIRA NETO, S; ZUCCHI, RA. 1981. Entomologia econômica. São Paulo: Livroceres, Piracicaba: Esalq, 314p.

NOFEMELA, R.S.; KFIR, R. 2005. The role of parasitoids in suppressing diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), populations on unsprayed cabbage in the North West Province of South Africa. *African Entomology*, 13:71 – 83.

PEDIGO, L.P., 2009. Economic thresholds and economic injury levels. In: Radcliffe, E.B., Hutchison, W.D. (Eds.), *Radcliffe's IPM World Textbook*. University of Minnesota, St. Paul, MN. Available from: URL: <http://ipmworld.umn.edu> (visited: 04.07.2018).

PEDIGO, LP; HUTCHINS, SH; HIGLEY, LG. 1986. Economic injury levels in theory and practice. *Annual Review Entomology*, 31:341 368.

R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em 3 janeiro 2017.

SANTOS, HS; BRANDÃO FILHO, JUT; KERNKAMP, D; MELO, AJ; BIZOTO, M. 2011. Eficiência de inseticidas no controle da traça das crucíferas (*Plutella xylostella*) na cultura do repolho. Horticultura Brasileira 29: S1056-S1061.

SARFRAZ, M; DOSDALL, LM; KEDDIE, BA. 2006. Diamondback moth-host plant interactions: implications for pest management. Crop Protection, 25: 625–639. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.09.011>

SARFRAZ, M; KEDDIE, AB; DOSDALL, LM. 2005. Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review. Biocontrol Science and Technology, 15: 763-789, <https://doi.org/10.1080/09583150500136956>

SCOTT, AJ, KNOTT MA. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics 30: 507-512. <https://doi.org/10.2307/2529204>

STERN, VM; SMITH, RF; BOSCH, VDR; HAGEN, KS. 1959. The integrated control concept. Hilgardia 29: 81-101.

SUBRAMANIAN, S; RABINDRA, RJ; SATHIAH, N. 2010. Economic threshold for the management of *Plutella xylostella* with granulovirus in cauliflower ecosystem. Phytoparasitica, 38: 5-17. <https://doi.org/10.1007/s12600-009-0066-z>

TALEKAR, N.S., SHELTON, A.M. 1993. Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth. Annual Review of Entomology, 92: 275–301. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>

ULMER, B; GILLOTT, C; WOODS, D; ERLANDSON, M. 2002. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.). Crop Protection, 21: 327-331. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00014-5](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00014-5)

VILELA, NJ; MACEDO, MMC. 2000. Fluxo de poder no agronegócio: o caso das hortaliças. Horticultura Brasileira, 18: 88-94. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362000000200002>

VILLAS BOAS, GL; CASTELO BRANCO, M; GUIMARÃES, AL. 1990. Controle químico da traça-das-crucíferas em repolho no Distrito Federal. Horticultura Brasileira, 8:10-11.

WICKHAM, H. 2009. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York.

## CAPITULO 4

***Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Plutella xylostella* L. em cultivo comercial de couve manteiga**

Revista pretendida: *Journal of Pest Science*, ISSN (1612-4766),

Fator de Impacto = 4,402, Qualis CAPES (Biodiversidade) = A1

## RESUMO

Parasitoides do gênero *Trichogramma* são microvespas que parasitam ovos de várias espécies de lepidópteros. Diversas são as vantagens de se utilizar parasitoides de ovos para o controle de pragas, pois impedem que ocorra a eclosão da praga e que o dano aconteça. Apesar dos parasitoides de ovos serem uma boa estratégia de controle de lepidópteros-praga, são escassos os estudos em campo com *Trichogramma* spp. para o controle de *P. xylostella*. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes quantidades e intervalos de liberações de *T. pretiosum* para o controle de *P. xylostella* em cultivo comercial de couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*). Os experimentos foram realizados no município de Tangará da Serra, MT. O cultivo da couve manteiga foi realizado de acordo com as recomendações agrônômicas. Para os experimentos realizados, foram selecionados três blocos da cultura, e optou-se por avaliar apenas cinco canteiros de cada bloco. O experimento foi realizado de 17 de abril a 31 de maio de 2017, totalizando sete semanas, com liberações semanais. Avaliou-se a liberação de 150 e 300 mil vespas de *T. pretiosum* por hectare para o controle de *P. xylostella*. O tratamento controle consistiu de uma aplicação semanal de inseticidas. O segundo experimento foi realizado de 26 de junho a 10 de agosto de 2017 avaliando-se diferentes intervalos de liberações de 300 mil vespas/ha, sendo avaliadas liberações com intervalo de cinco, sete e 10 dias. As avaliações foram realizadas através de ovos sentinelas e através do monitoramento das lagartas de *P. xylostella*, semanalmente. Conclui-se que *T. pretiosum* é eficaz para o controle de *P. xylostella*, uma vez que o parasitoide foi capaz de manter a população próxima da média de uma lagarta por planta, ao longo das sete semanas avaliadas, com intervalos de liberação de cinco dias, na proporção de 300 mil vespas/ha, não atingindo, o nível de dano econômico de *P. xylostella*.

**PALAVRAS CHAVE:** Parasitoides de ovos; Traça das crucíferas; Brassicaceae; *Brassica oleracea* var. *acephala*.

*Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for the control of  
*Plutella xylostella* L. in commercial cultivation of collard greens

### ABSTRACT

Parasitoids of the genus *Trichogramma* are microwasps that parasitize eggs of several species of Lepidoptera. There are several advantages in the use of egg parasitoids to control pests, as they prevent the pest from hatching and no damage is caused to the crop. Although egg parasitoids are a good control strategy for lepidopteran pests, there are few studies in the field with *Trichogramma* spp. for the control of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). The objective of this work was to evaluate the different quantities and intervals of *T. pretiosum* releases for the control of *P. xylostella* in commercial kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*). The experiments were carried out in Tangará da Serra, Mato Grosso state, Brazil. The crop was conducted according to the agronomic recommendations. For the experiments carried out, three blocks of the crop were selected; the experiment was performed from April 17 to May 31, 2017, totaling seven weeks, with weekly releases. In this experiment, the liberation of 150 and 300 thousand wasps of *T. pretiosum* per hectare for the control of *P. xylostella* was evaluated. The control treatment consisted of a weekly application of insecticide. The second experiment was carried out from June 26 to August 10, 2017. Based on the results of the previous experiment, different release intervals were evaluated for 300,000 wasps / ha, with release intervals of five, seven and 10 days. The evaluations were carried out through sentinel eggs and the weekly monitoring of *P. xylostella* caterpillars. It is concluded that *T. pretiosum* is effective for the control of *P. xylostella*, since it was able to maintain the population near the average of one caterpillar per plant during the seven weeks evaluated with release intervals of five days in the proportion of 300,000 wasps / ha, thus not reaching the level of economic damage of *P. xylostella*.

**KEY WORDS:** Egg parasitoids; Diamondback moth; Brassicaceae; *Brassica oleracea* var. *acephala*.

## 1. INTRODUÇÃO

Parasitoides do gênero *Trichogramma* são microvespas que se desenvolvem em ovos de diversas espécies de lepidópteros (Corrigan e Laing, 1994). Das 210 espécies desse gênero, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) se destaca por parasitar diversas espécies de importância econômica (Pinto, 2006), e por isso, é amplamente utilizada em programas de controle biológico no Brasil e no mundo (Smith, 1996; Parra e Zucchi, 2004).

A eficácia de *Trichogramma* no controle de pragas, já foi registrada no Brasil em diversas culturas em campo, como em milho (Sá et al., 1993; Figueiredo et al., 2015), tomate (Papa, 1998 *apud* Parra e Zucchi, 2004; Pratisoli et al., 2005; Haji et al., 2002), soja (Favetti, 2017), algodão (Saavedra et al., 1997), cana-de-açúcar (Botelho et al., 1999; Lima Filho e Lima, 2001), entre outras. No ano de 2014, a área total tratada com *T. pretiosum* no Brasil foi de aproximadamente 250 mil hectares (Parra, 2014) e o crescimento do seu uso é de 20% ao ano demonstrando assim, que há uma procura pelo método alternativo de controle de pragas, e que os que utilizam comprovam sua eficácia (Monteiro, 2017).

Para hortaliças, no entanto, os estudos são escassos. Segundo Pratisoli (2008), isso ocorre devido ao baixo valor econômico da cultura, falta de pessoal científico e técnico e recursos financeiros. Mas, segundo o autor, *Trichogramma* apresenta potencial para o controle de aproximadamente 22 pragas chaves de 16 hortaliças.

Diversas são as vantagens de se utilizar parasitoides de ovos para o controle de pragas, pois impedem a eclosão da lagarta, e conseqüentemente evitam que o dano aconteça (Parra et al. 2002). Para grandes culturas, como soja e milho, o dano ocasionado por lepidópteros em geral é indireto, pois as lagartas reduzem a área fotossintética, comprometendo a produtividade (Wiest e Barreto, 2012). Porém, quando se trata de culturas em que as folhas são consumidas, como é o caso de hortaliças, o dano dessas pragas é direto, pois danificam o produto que será consumido (Filgueira, 2007).

Hortaliças em geral são consumidas *in natura*, e cada vez mais a população tem buscado alimentos mais saudáveis e de qualidade (Filgueira, 2007; Camargo Filho e Camargo, 2010; Rebouças, 2018). O uso de produtos químicos para o controle de pragas, não é uma prática saudável, pois pode afetar a saúde humana (Guillette e

Iguchi, 2012), além de oferecer riscos ao meio ambiente, como perda da biodiversidade e poluição de corpos hídricos (Carson, 1962; Heckel, 2012).

Entre as pragas que atacam hortaliças, a traça das crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), é a principal espécie dos cultivos de repolho, brócolis, couve-flor, couve manteiga, rabanete, mostarda, entre outras, sendo uma praga cosmopolita (Talekar e Shelton, 1993) e que causa prejuízos em torno de quatro bilhões de dólares por ano no mundo (Zalucki et al., 2012). Seu controle é realizado principalmente através de produtos químicos, e além dos riscos mencionados anteriormente, esta prática originou populações de *P. xylostella* resistentes a diversos inseticidas (Andrews et al., 1990; Hermansson, 2016), fato que reforça a necessidade de se desenvolver técnicas sustentáveis de manejo.

Apesar de parasitoides de ovos serem uma boa estratégia de controle de lepidópteros pragas, os estudos em campo com parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* para o controle de *P. xylostella* são inexistentes. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes quantidades e intervalos de liberações de *T. pretiosum*, para o controle de *P. xylostella*, em cultivo comercial de couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Criação do parasitoide *T. pretiosum***

Os parasitoides foram obtidos em lavouras de soja em Tangará da Serra, MT, durante a safra 2015/2016 e foram mantidos no Laboratório de Entomologia do Centro de Pesquisa, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais (CPEDA) da Universidade do Estado de Mato Grosso câmpus universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra (UNEMAT).

A manutenção e multiplicação dos parasitoides foram realizadas em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) de acordo com a metodologia de Parra et al. (2014). Os ovos obtidos da criação de *A. kuehniella* foram esterilizados em lâmpada germicida por 60 minutos e posteriormente oferecidos para fêmeas de *T. pretiosum* em bandejas retangulares de vidro (5,1 x 39,4 x 23,9 cm), cobertas com filme de PVC, onde foram alimentados com filetes de mel puro. Cinco dias após o parasitismo, os ovos foram retirados das bandejas e armazenados em placas de Petri, também vedadas com filme de PVC, onde permaneciam até a emergência dos parasitoides adultos para então serem novamente colocados em

bandejas de vidro com novos ovos. Os parasitoides foram mantidos em estufa do tipo B.O.D. a  $25 \pm 2$  °C, e fotoperíodo de 12 horas (D:L). Para manutenção da colônia de *Trichogramma*, foram parasitados diariamente 180 mil ovos.

## **2.2 Área experimental: Cultivo comercial de couve manteiga**

Os experimentos foram realizados no município de Tangará da Serra, MT, a 20 Km do centro ( $14^{\circ}40'16''$  S,  $57^{\circ}17'26''$  O) (Figura 1-A). A área cultivada é de aproximadamente sete hectares, onde são cultivadas diversas hortaliças em sistema convencional e hidropônico. Entre as hortaliças, é cultivada a couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala* (Brassicaceae)), em aproximadamente um hectare, dividido em blocos de 50 m x 45 m, subdivididos em canteiros que foram utilizados no presente estudo. O tamanho da área cultivada com a cultura e tamanho dos blocos variam na propriedade, de acordo com as demandas do mercado regional.

A idade das plantas (dias após transplante para o solo) foi de 15 a 20 dias de diferença entre blocos, sendo o mais velho com 60 dias. Durante os experimentos as colheitas ocorreram normalmente a cada 7-10 dias.

O cultivo da couve manteiga foi realizado de acordo com as recomendações agronômicas e com conhecimento empírico adquirido pelo produtor ao longo de sua experiência no ramo. Para os experimentos realizados, foram selecionados três blocos da cultura, no entanto, como os blocos não tinham a mesma quantidade de canteiros, optou-se por avaliar apenas cinco canteiros de cada bloco (Figura 1-B).

Os canteiros possuíam 1,10 m de largura por 54 m de comprimento e 0,50 m entre canteiros, sendo cultivadas três plantas por linha. Nos cinco canteiros avaliados, conforme o croqui apresentado na figura 1-B, o canteiro central (C5) foi marcado com estacas nos pontos onde foram realizadas as liberações de *T. pretiosum*, de acordo com o tratamento avaliado (pontos roxos do croqui) e os canteiros laterais foram marcados com estacas (pontos azuis do croqui), onde foram colocados ovos sentinelas para avaliação do parasitismo. As estacas ficaram a aproximadamente cinco metros das bordas e entre as estacas do mesmo canteiro 15 metros, garantindo assim a uniformidade dos pontos de liberação e de amostragem com ovos sentinelas (Zachrisson e Parra, 1998; Pinto e Parra, 2002). Essas medidas foram determinadas porque o parasitoide tem capacidade de dispersão de aproximadamente oito metros (Zachrisson e Parra, 1998; Pratissoli et al., 2005; Pastori et al., 2008). Os tratamentos

e os ovos sentinelas foram colocados de acordo com o experimento detalhado a seguir.

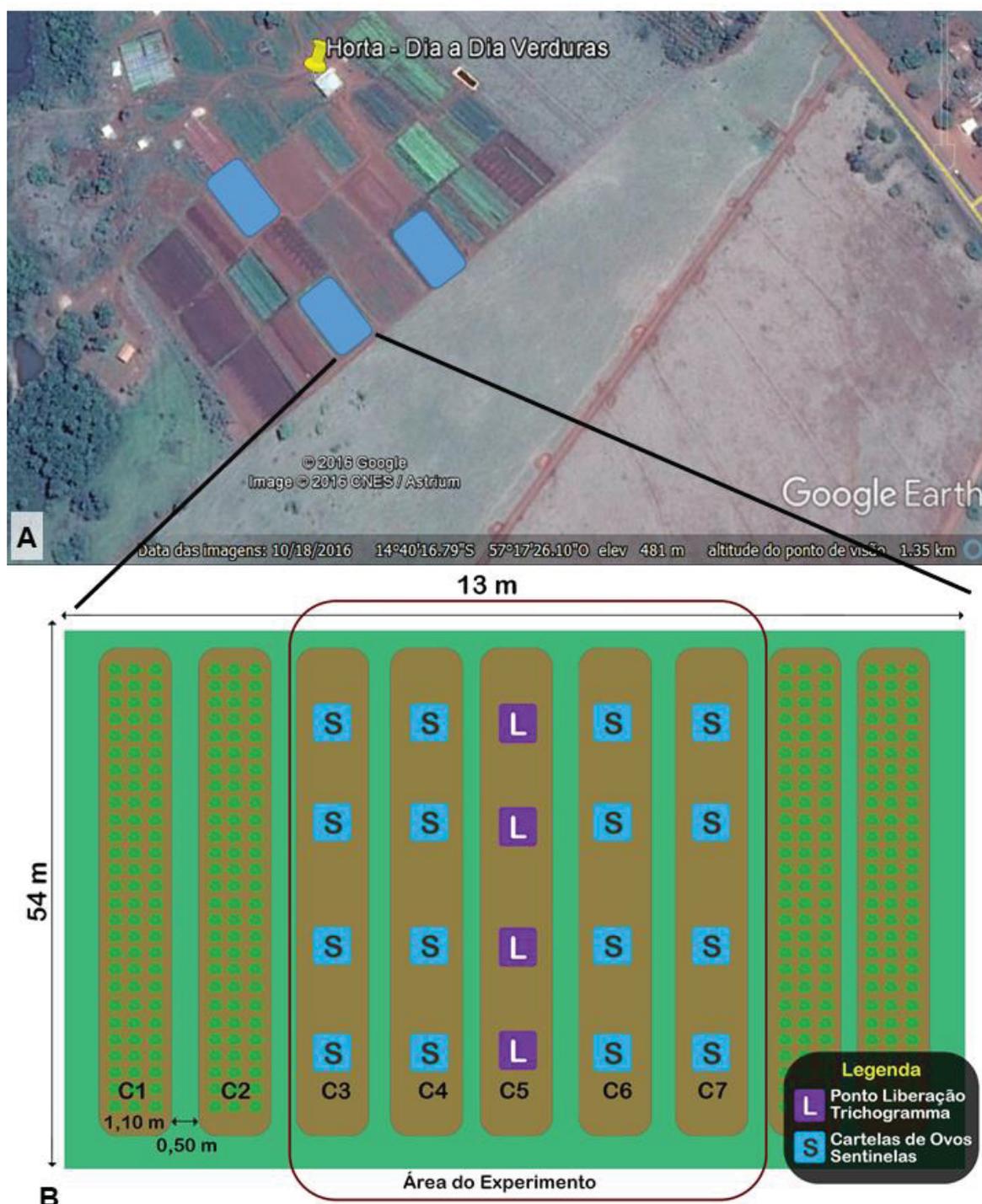


Figura 1 – A: Horta em Tangará da Serra, MT, com retângulos azuis determinando blocos de cultivo de couve manteiga (Fonte: Google Earth, 2016); B: Croqui experimental (Fonte: Massarolli, 2017).

### 2.3 Experimento 1: Quantidades de parasitoides liberados

O experimento foi realizado de 17 de abril a 31 de maio de 2017, totalizando sete semanas, com liberações semanais. Avaliou-se a liberação de 150 e 300 mil vespas de *T. pretiosum* por hectare para o controle de *P. xylostella*. O tratamento controle consistiu de uma aplicação semanal de *Bacillus thuringiensis* em mistura com inseticidas químicos, realizada pelo produtor. A área avaliada foi de 0.05 ha (54 m x 10,2 m), e as quantidades de vespas liberadas foram proporcionais à área experimental, sendo 7,5 e 15 mil vespas para os tratamentos de 150 e 300 mil vespas/ha, respectivamente. A quantidade de parasitoides por grama de ovos foi determinada, conforme Parra et al. (2014), em  $\cong 3.600$  ovos/gr.

Os parasitoides liberados eram provenientes da criação estoque do laboratório. Para as liberações, os ovos contendo os parasitoides antes de emergirem foram colocados em copinhos de acrílico (20 ml) nas quantidades definidas para cada ponto de liberação, utilizando-se uma balança de precisão. Um filete de mel puro foi passado na parte superior do recipiente, que foi vedado com filme de PVC. Após 24 horas da emergência, os parasitoides foram levados para o campo (Saavedra et al., 1997), e colocados no solo próximo às plantas nos pontos determinados pelas estacas (T) (Figura 1-B).

No tratamento controle foram realizadas aplicações semanais com os produtos listados na Tabela 1, utilizando a maior dose recomendada nas respectivas bulas. As aplicações foram realizadas semanalmente seguindo o calendário de aplicações, utilizando-se pulverizador costal manual de 20 L, sendo que *B. thuringiensis* (biológico) foi utilizado semanalmente associado à Clorfenapir, Cyantraniliprole, Diflubenzurum ou Indoxacarbe em um sistema de rotação. Estes também foram os produtos utilizados quando os índices de lagartas atingiram níveis críticos nos tratamentos com liberações.

As avaliações para verificar o efeito das liberações de *Trichogramma* sobre a incidência de *P. xylostella* foram realizadas através de ovos sentinela e através do monitoramento das lagartas de *P. xylostella* nas plantas. Os ovos sentinela foram colocados nas estacas previamente determinadas conforme croqui (Figura 1-B).

Tabela 1 – Descrição dos produtos utilizados no tratamento controle.

Aplicação	Ingrediente Ativo	Nome Comercial	Grupo Químico	Modo de Ação
Semanal	<i>Bacillus thuringiensis</i>	XenTari®	Biológico	Inseticida biológico de ação por ingestão
Sem. 1 e 5	Clorfenapir	Pirate®	Análogo de pirazol	Inseticida de ação de contato e ingestão
Sem. 2 e 6	Cyantraniliprole	Benevia®	Diamida Antranílica	Inseticida sistêmico de ingestão e contato
Sem. 3 e 7	Diflubenzurum	Dimilin®	Benzoilureia	Inseticida fisiológico inibidor da síntese de quitina
Sem. 4	Indoxacarbe	Rumo®	Oxadiazina	Inseticida de ingestão

Cem ovos de *A. kuehniella* foram fixados com goma à base de amido de milho em uma cartolina azul celeste de 5 cm x 1 cm e esterilizados por uma hora sob lâmpada ultravioleta. Em campo essas cartelas foram fixadas na estaca através de grampeador de pressão, no mesmo dia em que ocorreram as liberações nos tratamentos, totalizando quatro cartelas por canteiro, 16 cartelas por tratamento. Após 24 horas, as cartelas foram retiradas do campo, acondicionadas em tubos de ensaio fechados com filme de PVC, e mantidos em estufas B.O.D. a  $25 \pm 2$  °C, e fotoperíodo de 12 horas (D:L). Após 10 dias foi avaliado o número de ovos parasitados, para calcular o índice de parasitismo através da fórmula  $IP = (OP/OS) \times 100$ , onde: IP é o índice de parasitismo; OP é o número de ovos parasitados na cartela; e OS é o número de ovos sentinelas constantes na cartela, uma vez que estes podem ter caído da cartela ou terem sido predados em campo.

A densidade populacional de *P. xylostella* foi monitorada semanalmente, avaliando-se visualmente 10 plantas aleatoriamente em cada canteiro, totalizando 50 plantas por tratamento. Em cada planta foram avaliadas as superfícies adaxial e abaxial de todas as folhas. Os espécimes foram contabilizados, mas não foram retirados da cultura para não interferir na densidade populacional.

#### 2.4 Experimento 2: Intervalos de liberação de parasitoides

O segundo experimento foi realizado de 26 de junho à 10 de agosto de 2017. Baseado nos resultados do experimento anterior, foram avaliados intervalos de liberação de cinco, sete e dez dias, para 300 mil vespas/ha. As liberações foram feitas conforme descrito no experimento 1.

As avaliações foram realizadas através de ovos sentinelas e através do monitoramento das lagartas de *P. xylostella*, semanalmente como no experimento

anterior, no entanto os ovos sentinelas foram fixados em cartolina azul através de fita dupla face, sendo utilizados apenas 30 ovos, uma vez que a melhor aderência da fita garante que eles não caiam no campo (Souza et al., 2017). Os demais procedimentos foram iguais aos do experimento anterior.

## **2.5 Análise Estatística**

Os dados obtidos de ambos os experimentos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os valores comparados pelo teste de Scott-Knott (Scott e Knott, 1974). Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico R Studio (R Core Team, 2017) utilizando o pacote ScottKnott (Jelihovschi et al., 2014)

## **3 RESULTADOS**

### **3.1 Experimento 1: Diferentes quantidades de parasitoides**

Os resultados indicam que o tratamento com 300 mil vespas/ha manteve a densidade de *P. xylostella* por planta sempre abaixo de duas lagartas, com um máximo de 1,84 lagartas por planta na 5ª semana, sem diferença estatística do tratamento controle em em quatro das sete semanas avaliadas (Figura 2). O tratamento com 150 mil vespas/ha atingiu três lagartas por planta logo na terceira semana, sendo necessária uma aplicação com *B. thuringiensis* + diflubenzuron. Após a aplicação, o número de *P. xylostella* ficou abaixo de uma lagarta por planta, mas na última semana de avaliação atingiu dois indivíduos por planta (Figura 2).

Os ovos sentinelas avaliados, não apresentaram diferença significativa na primeira semana de avaliação, porém nas semanas seguintes o tratamento com 300 mil vespas/ha apresentou um número significativamente maior de ovos parasitados (Tabela 2).

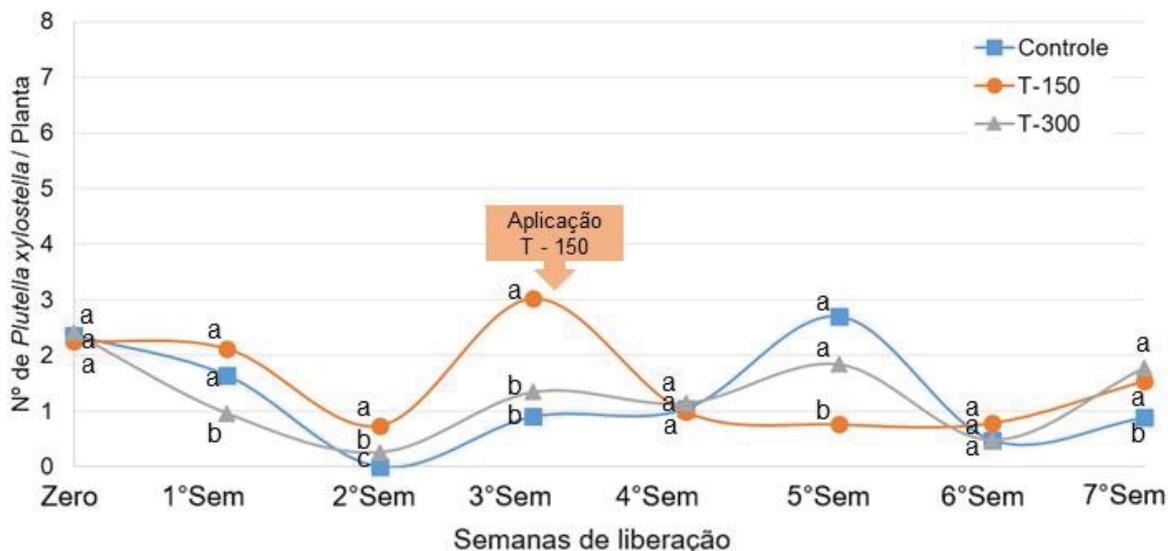


Figura 2 – Média de lagartas de *Plutella xylostella* por planta de couve manteiga ao longo de sete semanas em canteiros com diferentes tratamentos (Controle químico semanal; T- 150 mil vespas/ha; T – 300 mil vespas/ha). \*Médias seguidas pela mesma letra, na semana, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ( $P < 0,05$ ).

Tabela 2 – Porcentagem de ovos sentinela parasitados, em cultivo de couve manteiga com liberações nas densidades de 150 e 300 mil vespas de *Trichogramma pretiosum* por hectare e um tratamento controle com aplicações de inseticidas.

Trat.	Semanas de liberação						
	1º Sem.	2º Sem.	3º Sem.	4º Sem.	5º Sem.	6º Sem.	7º Sem.
<b>Controle</b>	0,00 a <sup>1</sup>	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
<b>T-150</b>	8,38 a	0,87 b	19,62 a	5,61 b <sup>2</sup>	54,63 a	12,81 a	3,92 b
<b>T-300</b>	2,05 a	24,43 a	10,43 a	30,66 a	60,41 a	11,02 a	22,99 a
<b>p</b>	0,30	0,12 <sup>-03</sup>	0,99 <sup>-02</sup>	4,33 <sup>-05</sup>	4,04 <sup>-11</sup>	0,04	0,61 <sup>-03</sup>

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ( $P < 0,05$ );

<sup>2</sup> Aplicação de inseticida na semana anterior (semana 3).

### 3.2 Experimento 2: Diferentes intervalos de liberação de parasitoides

O intervalo de liberação de cinco dias apresentou melhores resultados, quando comparado aos intervalos de sete e 10 dias, pois manteve a quantidade de *P. xylostella* sempre abaixo de uma lagarta por planta (Figura 3). Os tratamentos de sete e 10 dias atingiram duas lagartas por planta, e por isso foi necessária uma aplicação com *B. thuringiensis* + diflubenzuron nestes dois tratamentos após a avaliação da terceira semana. Por isso, na quarta semana o número de indivíduos por planta apresentou uma queda, ficando com valores próximos ao tratamento com intervalo de 5 dias. Porém, na quinta semana, nesses dois tratamentos, houve um aumento

significativo do número de *P. xylostella* por planta (Figura 3), sendo necessária uma nova aplicação com *B. thuringiensis* + clorfenapir em ambos os tratamentos.

Na primeira semana de avaliação nos ovos sentinelas, os tratamentos com intervalo de cinco e 10 dias entre liberações diferiram estatisticamente do tratamento de sete dias (Tabela 3). Nas semanas seguintes não houve diferença significativa entre os três tratamentos (Tabela 3).

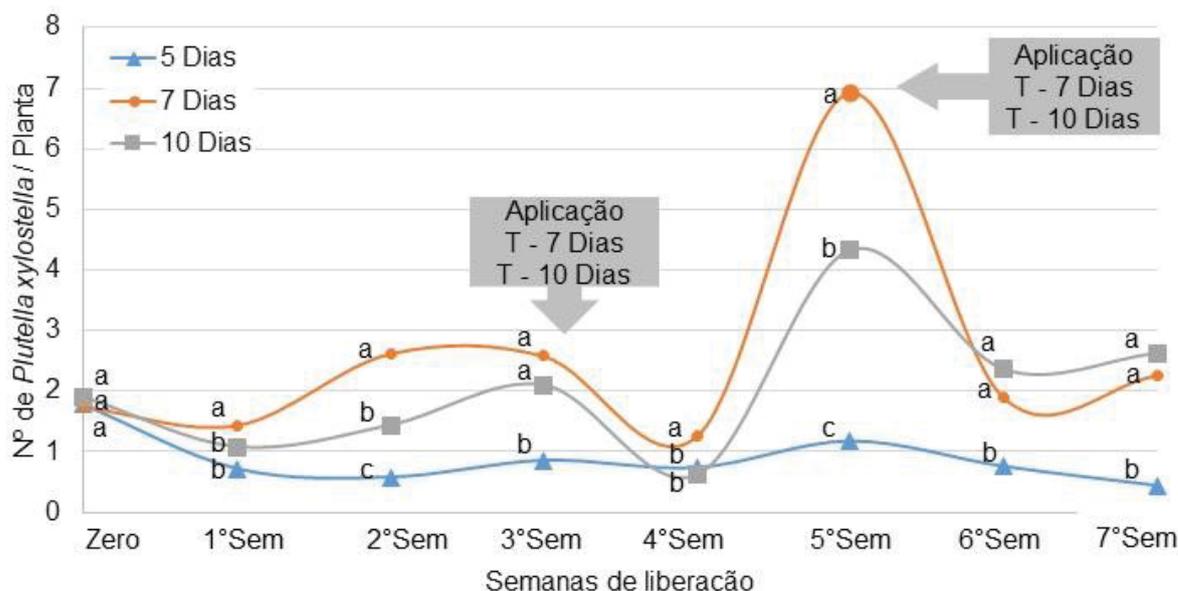


Figura 3 – Média de lagartas de *Plutella xylostella* por planta de couve manteiga ao longo de sete semanas em canteiros com diferentes intervalos de liberação. \*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ( $P < 0,05$ ).

Tabela 3 – Avaliação (%) de ovos sentinela parasitados, em cultivos de couve manteiga com liberações de *Trichogramma pretiosum* (300 mil vespas/ha) em três intervalos de liberação.

Trat,	Semanas de liberação						
	1º Sem,	2º Sem,	3º Sem,	4º Sem,	5º Sem,	6º Sem,	7º Sem,
<b>5 Dias</b>	44,54 a <sup>1</sup>	20,22 a	25,07 a	6,25 a	11,45 a	2,36 a	0,00 a
<b>7 Dias</b>	15,51 b	7,14 a	20,95 a	0,00 a <sup>2</sup>	6,66 a	0,00 a <sup>3</sup>	6,36 a
<b>10 Dias</b>	36,08 a	20,32 a	26,16 a	0,00 a <sup>2</sup>	15,71 a	0,00 a <sup>3</sup>	2,93 a
<b>p</b>	0,0293	0,375	0,904	0,376	0,578	0,148	0,47

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ( $P < 0,05$ );

<sup>2</sup> Aplicação de químico na semana anterior (semana 3); <sup>3</sup>Aplicação de químico na semana anterior (semana 5).

#### 4 DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que *T. pretiosum* é eficaz para ao controle de *P. xylostella*, uma vez que manteve a média populacional em cerca de uma lagarta por

planta ao longo das sete semanas avaliadas, com intervalos de liberação de cinco dias na proporção de 300 mil vespas/ha, não atingindo, o nível de dano econômico (NDE). O NDE é baseado em variáveis como o custo de controle da praga, produtividade e o valor comercial do produto, podendo oscilar em diferentes épocas do ano ou diferentes regiões (Nakano et al., 1981; Pedigo et al., 1986). No valor de NDE acima de uma lagarta/planta, considerou-se o custo de controle a R\$ 100,00/ha, uma produtividade semanal de 300 maços de couve e o valor comercial de R\$ 1,00 ou 2,00 (NDE = 1,83 e 0,92 lagartas/planta respectivamente) (capítulo 2).

As oscilações observadas na densidade populacional de *P. xylostella*, podem estar relacionadas a diversos fatores, entre eles, o clima. Por exemplo, umidade relativa (UR) baixa favorece *P. xylostella*, aumentando a população (Ahmad e Ansari, 2010; Sow et al., 2013), mas ao contrário do que acontece com *Trichogramma*, porque a baixa umidade (< 60%) resseca os ovos parasitados, diminuindo a viabilidade (Alves et al., 2008). Temperaturas elevadas por outro lado, favorecem o parasitismo por *T. pretiosum*, em condições de laboratório, onde a média de ovos parasitados por fêmea foi de 21,6, 24,9 e 28,2 para as temperaturas 25, 28 e 30°C, respectivamente, com uma longevidade de 6 dias nestas temperaturas (Pratissoli et al., 2004). Nesse sentido, o potencial de parasitismo é favorecido pelas altas temperaturas anuais no estado de Mato Grosso, classificado como clima tropical com estação seca de Inverno (Aw), com temperatura média anual de 26,5°C (Köppen, 1936; Alvares et al., 2013), ficando prejudicada apenas nos meses de julho a setembro, quando a UR fica abaixo de 60%.

Outro fator que pode estar relacionado às oscilações da praga, observado no presente estudo, é a ressurgência. Após a aplicação de inseticidas a praga ressurge, pois alguns espécimes podem ser resistentes e, além disso, os inimigos naturais nativos acabam prejudicados, e assim a praga não é controlada naturalmente. Isso foi observado na área do estudo ao longo das avaliações, em que se observou aracnídeos, joaninhas e diversas vespas mortas sobre as folhas de couve após as aplicações de inseticidas, assim como picos populacionais de *P. xylostella* nas semanas seguintes às aplicações, nos tratamentos onde foram liberados *Trichogramma*.

A quantidade de *Trichogramma* liberada no presente estudo é elevada quando comparada a outras culturas, como milho (100 mil vespas/ha) (Cruz et al., 1999), soja

(120 mil vespas/ha) (Favetti, 2017), cana-de-açúcar (200 mil vespas/ha) (Botelho et al., 1999). No entanto, em tomate estaqueado, este valor pode ser maior, como o utilizado por Papa (1998 *apud* Parra e Zucchi 2004), que obteve excelentes resultados liberando 800 mil vespas/ha (*T. pretiosum*). Essa diferença de quantidades de vespas/ha está diretamente relacionada a fatores como a capacidade de dispersão dos parasitoides, em função do dossel da cultura em questão, a praga alvo, além de fatores climáticos (Romeis et al., 2005).

A capacidade de dispersão está diretamente relacionada ao dossel das plantas e isso reflete no número de pontos de liberação. Pratisoli et al. (2005) obtiveram uma dispersão de 7,37 a 7,94 m (120,20 a 138,72 m<sup>2</sup>) 24 horas após a liberação, de acordo com o estágio fenológico da cultura, e concluíram que a liberação dos parasitoides para o controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) deve ser feita em 75 pontos por hectare. Zachrisson e Parra (1998) determinaram a distância média de 8 m (77 m<sup>2</sup>) de dispersão em cultivo de soja para o controle de *Anticarsia gemmatalis*, Hübner 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), sendo necessária a liberação do parasitoide em 130 pontos/ha, para que toda a área seja atingida. Em testes na cultura do milho, com ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), a dispersão de *T. pretiosum* 36 horas após a liberação, foi de 80 a 102 m<sup>2</sup>, concluindo que a liberação deve ser feita em 100 pontos/ha (Sá et al., 1993). Em pomares de macieira para controle de *Bonagota salubricola* (Meyrick, 1937) (Lepidoptera: Tortricidae), a dispersão de *Trichogramma* foi de 6,73 m (61,07 m<sup>2</sup>); visando uniformidade de distribuição, a liberação dos parasitoides deve ser feita em 160 pontos/ha (Pastori et al., 2008). Enquanto em campos de algodão para o controle de *Heliothis virescens* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae), Saavedra et al. (1997) verificaram dispersão de 10 m.

Estas diferenças de quantidade de parasitoides por hectare, espaçamentos entre pontos de liberação e intervalos de liberações são compreensíveis, uma vez que os fatores que influenciam a eficácia desses parasitoides são complexos, envolvendo aspectos bióticos e abióticos (Goodenough et al., 1983).

Com relação às avaliações de ovos sentinelas, nas semanas após o uso de produtos químicos, houve uma redução/ausência de parasitismo, demonstrando que a aplicação interferiu no parasitismo e emergência de *T. pretiosum*, assim como registrado por Thuler et al. (2008) e Pratisoli et al. (2011). No entanto, não podemos

descartar a possibilidade de outros fatores terem influenciado nesta redução do parasitismo de ovos sentinelas, como fatores climáticos. Isso porque, os inseticidas Cyantraniliprole, Diflubenzurum e Indoxacarbe de acordo com o aplicativo gratuito disponibilizado pela Koppert® através do link <https://goo.gl/GVnCsK> são compatíveis com *T. pretiosum*. Porém, nos tratamentos com liberações que foram necessárias fazer aplicações, com o produto da respectiva semana (Tabela 1), registrou-se ausência de parasitismo na semana seguinte. Já o inseticida clorfenapir, é considerado incompatível com as liberações de *T. pretiosum*, mas este não foi utilizado em tratamentos com liberação.

## 5 CONCLUSÃO

Concluimos que *T. pretiosum*, com liberação de 300 mil vespas/ha liberadas a cada cinco dias, com espaçamento de 15 metros entre os pontos de liberação, é eficiente para o controle da população de *P. xylostella* em cultivo de couve manteiga.

## 6 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pós-graduação concedida. À equipe do laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Mato Grosso câmpus Professor Eugênio Carlos Stieler, em Tangará da Serra. E ao proprietário da horta em Tangará da Serra – MT pelo auxílio na execução da pesquisa.

## 7 REFERÊNCIAS

- Ahmad T, Ansari MS. 2010. Studies on seasonal abundance of diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) on cauliflower crop. Journal of Plant Protection Research. 50: 280–7. <https://doi.org/10.2478/v10045-010-0049-6>
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, De Moraes Gonçalves JL, Sparovek G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorol Zeitschrift. 22: 711–28. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Alves GR, Coelho Junior A, Geremias LD, Parra JRP. 2008. Influência da UR no parasitismo de duas espécies de *Trichogramma*, em diferentes hospedeiros. XXII Congresso Brasileiro de Entomologia. Anais...- Uberlândia, MG.
- Andrews KL, Sanchez RJ, Cave RD. 1990. Management of diamondback moth in Central America. Proceedings, Second Int Work Diamondback moth Manag, 487–97. Disponível em: <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/diamondback-moth/1990-workshop.html> Acesso: 29.01.2019.

Botelho PSM, Parra JRP, Chagas Neto JF Das, Oliveira CPB. 1999. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis*, (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 28: 491–6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591999000300015>

Camargo Filho WP, Camargo FP. 2010. Acomodação da produção olerícola no Brasil e em São Paulo, 1990 2010 Análise, Perspectiva e Tendências 2015. Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br>. Acesso em 10.12.2015.

Carson, R. 1962. Silent Spring (Houghton Miffl in, Boston). Tradução de Claudia Sant'Anna Martins,- 1 ed - São Paulo: Gaia, 2010.

Corrigan JE, Laing JE. 1994. Effects of the Rearing Host Species and the Host Species Attacked on Performance By *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Environmental Entomology, 23: 755–60. <https://doi.org/10.1093/ee/23.3.755>

Cruz I, Figueiredo MLC, Matoso MJ. 1999. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma*. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 40 p. (Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 30).

Favetti BM. 2017. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e o seu papel no manejo de lepidópteros-praga na cultura da soja. Tese de doutorado. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/151051>.

Figueiredo MLC, Cruz I, da Silva RB, Foster JE. 2015. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. Agronomy for Sustainable Development, 35: 1175–83. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0312-3>

Filgueira FAR. 2007. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV.

Goodenough JL, Hartstack AW, King EG. 1983. Developmental models for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four hosts. Journal Economic Entomology, 76: 1095–102. <https://doi.org/10.1093/jee/76.5.1095>

Guillette Jr LJ, Iguchi, T. 2012. Life in a Contaminated World. Science, 337: 1614-1615. <https://doi.org/10.1126/science.1226985>

Haji FND, Prezotti L, Carneiro JS, Alencar JA. 2002. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas em tomateiro industrial. In: Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-

Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, p.477-494.

Heckel DG. 2012. Insecticide resistance after silent spring. *Science*, 337: 1612–4. <https://doi.org/10.1126/science.1226994>

Hermansson J. 2016. Biology of the diamondback moth (*Plutella xylostella*) and its future impact in Swedish oilseed rape production: A literature review. First cycle, G2E. Uppsala: SLU, Dept. of Ecology. 1–42.

Jelihovschi EG, Faria JC e Allaman IB. 2014. ScottKnott: A Package for Performing the Scott-Knott Clustering Algorithm in R. *Trends in Applied and Computational Mathematics* 15: 3-17. <http://dx.doi.org/10.5540/tema.2014.015.01.0003>

Köppen, W. 1936. Das geographische System der Klimate. – Köppen, W., R. Geiger (Eds.): *Handbuch der Klimatologie – Gebrüder Bornträger, Berlin*, 1, 1– 44.

Lima Filho, M. e Lima, J.O.G. 2001. Massas de Ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) em Cana-de-Açúcar: Número de Ovos e Porcentagem de Parasitismo por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em Condições Naturais. *Neotropical Entomology*, 30: 483-488. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2001000300026>

Monteiro, G. 2017. Uso do controle biológico de pragas dispara no Brasil. *Revista Exame*. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/ciencia/uso-do-controle-biologico-dispara-no-brasil/>

Nakano O, Silveira Neto S, Zucchi RA. 1981. *Entomologia econômica*. São Paulo: Livroceres, Piracicaba: Esalq, 314p.

Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS (Ed.). 2002. *Controle biológico no Brasil – Parasitóides e predadores*. Piracicaba, Ed. Manole, 609p.

Parra JRP, Zucchi RA. 2004. *Trichogramma* in Brazil: Feasibility of use after twenty years of research. *Neotropical Entomology*, 33: 271–81. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000300001>

Parra, J.R.P. 2014. Biological Control in Brazil: an overview. *Scientia Agricola*, 71: 420-429. <https://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167>

Parra, J.R.P.; Coelho Junior, A.; Geremias, L.D.; Bertin, A.; Ramos, C. J. 2014. Criação de *Anagasta kuehniella*, em pequena escala, para produção de *Trichogramma*. [S.l: s.n.]. Piracicaba: Occasio.

Pastori PL, Monteiro LB, Botton M. 2008. Capacidade de Dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em Pomar Adulto de Macieira. Boletín de sanidad vegetal Plagas, 34, 2: 239-245.

Pedigo, LP; Hutchins, SH; Higley, LG. 1986. Economic injury levels in theory and practice. Annual Review Entomology, 31: 341-368. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.31.010186.002013>

Pinto AS, Parra JRP. 2002. Liberações de inimigos naturais. In: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS. Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, p.325-342.

Pinto JD. 2006. A review of the New World genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). Journal of Hymenoptera Research 15, 38–163.

Pratissoli D, Milanez AM, Celestino FN, Barbosa WF, Vianna UR, Polanczyk RA, Zinger FD, Carvalho JR. 2011. Seletividade de inseticidas, recomendados para cucurbitáceas para *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. Revista Ceres 58: 661-664. <https://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500018>

Pratissoli D, Pereira FF, Barros R, Parra JRP, Pereira CLT. 2004. Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos da traça-das-crucíferas sob diferentes temperaturas. Horticultura Brasileira, 22: 754–7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000400017>

Pratissoli D, Vianna UR, Zago HB, Pastori PL. 2005. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 40: 613–6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000600013>

Pratissoli D; Polanczyk RA; Holtz AM; Dalvi LP; Silva AF; Silva LN. 2008. Selection of *Trichogramma* species for controlling the Diamondback moth. Horticultura Brasileira 26: 194-196. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362008000200026>

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (2017). Disponível em: <https://www.R-project.org>.

Rebouças TNH. 2018. Mais exigente: Novos desafios e oportunidades tecnológicas em Produção, Mercado e Comercialização de frutas e hortaliças. Revista Cultivar Hortaliças e Frutas 109, p.37.

Romeis, J., Babendreier, D., Wäckers, F.L., Shanower, T.G. 2005. Habitat and plant specificity of *Trichogramma* egg parasitoids underlying mechanisms and implications. Basic and Applied Ecology, 6: 215-236. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2004.10.004>

Sá LN, Parra JRP, Silveira Neto S. 1993. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* riley, 1879 para controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. *Scientia Agricola*, 50: 226–231. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161993000200009>

Saavedra JLD, Torres JB, Saavedra JLD. 1997. Dispersal and parasitism of *Heliothis virescens* eggs by *Trichogramma pretiosum* (Riley) in cotton. *International Journal of Pest Management*, 43, 169–171. <http://dx.doi.org/10.1080/096708797228898>

Scott AJ, Knott MA. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics* 30: 507-512. <https://doi.org/10.2307/2529204>

Smith SM. 1996. Biological Control with *Trichogramma*: Advances, Successes, and Potential of Their Use. *Annual Review Entomology*, 41: 375–406. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.41.010196.002111>

Souza RAD, Massarolli A, Gonsales BAB, Casagrande RR, Carvalho GDS. 2017. Utilização de fita dupla face para confecção de cartelas de parasitismo para *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) In: IV Ciclo de Estudos de Biologia de Tangará da Serra e III Ciclo Nacional de Estudos de Biologia, 4ª. (BIOTA), 2017, Tangará da Serra/Mato Grosso. Anais... 4.

Sow G, Diarra K, Arvanitakis L, Bordat D. 2013. Relationships between the diamondback moth, climatic factors, cabbage crops and natural enemies in a tropical area. *Folia Horticulturae*, 25: 3-12. <https://doi.org/10.2478/fhort-2013-0001>

Talekar, N.S., Shelton, A.M. 1993. Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth. *Annual Review of Entomology*, 92: 275–301. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>

Thuler R T, Bortoli SA, Goulart RM, Viana CLTP, Pratisoli D. 2008. Interação tritrófica e influência de produtos químicos no complexo: brássicas x traça-das-crucíferas x parasitóides de ovos. *Ciência e Agrotecnologia*, 32: 1154–1160. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000400018>

Wiest A, Barreto MR. 2012. Evolução dos Insetos-Praga na Cultura da Soja no Mato Grosso. *EntomoBrasilis* 5: 84–87. <https://doi.org/10.12741>

Zachrisson B, Parra JRP. 1998. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em soja. *Scientia Agricola*, 55: 3–8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161998000100021>

Zalucki MP, Shabbir A, Silva R, Adamson D, Shu-Sheng L, Furlong MJ. 2012. 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 Economic Entomology*, 105: 1115–1129. <https://doi.org/10.1603/EC12107>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesta tese fornecem informações importantes para o manejo da traça das crucíferas em cultivos de couve, e ainda apresentam contribuições relevantes sobre as preferências e o potencial do parasitoide de ovos *T. pretiosum* para o controle *P. xylostella*, em condições de campo, indicando a possibilidade de utilização desse inimigo natural em cultivos de couve no Brasil.

No capítulo 1, foi possível verificar que a precipitação é o fator abiótico que mais influencia na densidade populacional de *P. xylostella*, o que nos indica que em regiões com estações de seca e chuva bem definidas, com é o caso do estado de Mato Grosso, nos períodos de chuva há um menor número de lagartas em campo, e conseqüentemente o manejo, seja ele químico ou biológico, deve estar adequado a esta demanda. Neste capítulo também se destaca que as liberações de *T. pretiosum* para o manejo de *P. xylostella* foram relevantes para a flutuação da praga. Dos inimigos naturais nativos da área de estudo, *O. sokolowskii* teve o seu primeiro registro para o estado de Mato Grosso, apesar de ser registrado em diversos locais do mundo, no Brasil até então ele estava registrado apenas para três estados (DF, RS e PR). Ficou evidente também, que o manejo químico, através de produtos “incompatíveis”, afetou significativamente a flutuação dos inimigos naturais nativos, (*O. sokolowskii* e *Apanteles* sp.), logo, estes resultados reforçam a necessidade de conscientização dos produtores, para que usem produtos que sejam seletivos a estes organismos benéficos. Vale ainda destacar que mesmo após o levantamento apresentado neste capítulo, os demais experimentos também foram realizados na mesma propriedade e foi possível observar um aumento na população deste parasitoide nativo, visto que os produtos “incompatíveis” passaram a ser usado apenas quando estritamente necessários, favorecendo assim o aumento da população deste inimigo natural.

Em relação às atividades de oviposição e de parasitismo, apesar de *P. xylostella* ter preferência por ovipositar nas folhas da região média da planta, na parte superior da superfície adaxial, a eficácia de *T. pretiosum* não é afetada. Já em relação ao horário e fatores climáticos, *T. pretiosum* apresentou melhores resultados com temperaturas mais elevadas e fotoperíodo claro (fotofase), demonstrando que as liberações em campo devem ser realizadas pela manhã, para que os parasitoides disponham de todo o período claro para forragear e parasitar os ovos da praga.

Outro resultado relevante, apresentado no terceiro capítulo, refere-se ao Nível de Dano Econômico (NDE) e consequente ao Nível de Controle da praga, pois seria difícil de concluir se o manejo através de liberações de *T. pretiosum* seria eficiente, sem conhecer qual o número de lagartas que indica a necessidade de manejo, sem causar prejuízos ao agricultor. Assim, esses valores foram definidos, baseados em diferentes cenários, ficando o NDE estimado em média uma lagarta por planta de couve.

E, para o fechamento com respostas mais aplicadas, no quarto capítulo fica claro que *T. pretiosum* tem potencial para manter a população de *P. xylostella* dentro do limite do NDE, fazendo-se liberações de 300 mil/vespas/ha, com intervalos de cinco dias entre elas.

Assim, baseado no rápido crescimento populacional e consequente aumento na demanda por alimentos, a busca por soluções que permitam a produção de alimentos saudáveis e a preservação ambiental se faz extremamente necessária. Esta tese foi definida por iniciativa do agricultor, que buscou a universidade para auxiliá-lo no controle da praga, e assim como este muito outros produtores estão receptivos a novas estratégias de controle de *P. xylostella*. Neste sentido, as informações contidas nesta tese são úteis para o manejo de *P. xylostella* através da utilização do parasitoide de ovos *T. pretiosum*.

## REFERÊNCIAS

- Abramoff, MD; Magalhães, PJ; Ram, SJ. 2004. Image Processing with ImageJ. *Biophotonics International*, 11:36-42.
- Ahmad T, Ansari MS. 2010. Studies on seasonal abundance of diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) on cauliflower crop. *Journal of Plant Protection Research*. 50: 280–7. <https://doi.org/10.2478/v10045-010-0049-6>
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, De Moraes Gonçalves JL, Sparovek G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Zeitschrift*. 22: 711–28. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Alves GR, Coelho Junior A, Geremias LD, Parra JRP. 2008. Influência da UR no parasitismo de duas espécies de *Trichogramma*, em diferentes hospedeiros. XXII Congresso Brasileiro de Entomologia. Anais...- Uberlândia, MG.
- Andow, D.A., Prokrym, D.R. 1991. Release density, efficiency and disappearance of *Trichogramma nubilale* for control of European corn borer. *Entomophaga*, 36: 105–113. <https://doi.org/10.1007/BF02374641>
- Andrews KL, Sanchez RJ, Cave RD. 1990. Management of diamondback moth in Central America. *Proceedings, Second Int Work Diamondback moth Manag*, 487–97. Disponível em: <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/diamondback-moth/1990-workshop.html> Acesso: 29.01.2019.
- Arthropod Pesticide Resistance Database, 2018 - Arthropod Pesticide Resistance Database, [www.pesticideresistance.org/](http://www.pesticideresistance.org/). Acessado em 12/04/2018.
- Ayalew, G., J. Baumgärtner, K. P. O. C. Ogot, e B. Löhr. 2006. Analysis of population dynamics of diamondback moth, (*Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)) at two sites in central Ethiopia, with particular reference to parasitism. *Biocontrol Science and Technology*, 16: 607–618. <https://doi.org/10.1080/09583150600699697>
- Badenes-Perez, F. R., Nault, B. A., Shelton, A. M. 2006. Dynamics of diamondback moth oviposition in the presence of a highly preferred non-suitable host. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 120: 23–31. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2006.00416.x>
- Barton, K. 2016. MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.15.6. <https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>
- Beck, N. G., e P. J. Cameron. [s.d.]. 1992. Developing A Reduced Spray Program for Brassicas in New Zealand. *Proceedings, Second Int. Work. Diamondback moth Manag*. 487–497.
- Bertolaccini, I; Sánchez, DE; Arregui, MC; Favaro, JC; Theiler, N. 2011. Mortality of *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae) by parasitoids in the Province of Santa Fe,

Argentina. Revista Brasileira de Entomologia, 55: 454–456. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262011005000029>

Beserra, E. B. e J. R. P. Parra. 2004. Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). Revista Brasileira de Entomologia, 48: 119-126. <https://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262004000100020>

Bhalla, O. P. e J. K. Dubey. 1986. Bionomics of the diamondback moth in the northwestern Himalaya. Diamondback Moth Management Proceedings of the First International Workshop, Tainan, Taiwan, 11-15 March, 1985: 55-61.

Biever, K.D. 1972. Effect of Temperatures on the Rate of Search by *Trichogmmma* and Its Potential Application in Field Releases. Environmental Entomology, 1: 194–197. <https://doi.org/10.1093/ee/1.2.194>

Boiça Júnior, A. L., C. A. M. Medeiros, A. L. Torres e N. R. Chagas Filho. 2005. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. Arquivos do Instituto Biológico, 72: 45-50.

Boldt, P.E. 1974. Temperature, Humidity, and Host: Effect on Rate of Search of *Trichogramma evanescens* and *T. minutum* auctt. (not Riley, 1871). Annals of the Entomological Society of America, 67: 706–708. <https://doi.org/10.1093/aesa/67.4.706>

Botelho PSM, Parra JRP, Chagas Neto JF Das, Oliveira CPB. 1999. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis*, (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 28: 491–6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591999000300015>

Bourchier, R.S., Smith, S.M. 1996. Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 80: 461–468. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1996.tb00960.x>

Brandão Filho, JUT; Santos, HS; Maraus, PF; Santos, HS. 2010. Controle químico da traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*) na cultura do repolho. Horticultura Brasileira, 28: S795-S800.

Bueno, AF; Batisitela, MJ; Moscardi, F; Bueno, RCOF; Nishikawa, M; Hidalgo, G; Silva, L; Garcia, A; Corbo, E; Silva, RB. 2010. Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos a produtividade. Circular Técnica. Londrina: Embrapa Soja, ISSN 2176-2864, 11.

Burnham, K. P., e D. R. Anderson. 2002. Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach (2nd ed), Ecol. Modell.

Burnham, K.P., Anderson, D.R. e Huyvaert, K.P. 2011. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. 2011. Behavioral Ecology and Sociobiology, 65: 23–35. <https://doi.org/10.1007/s00265-010-1029-6>

Camargo Filho WP, Camargo FP. 2010. Acomodação da produção olerícola no Brasil e em São Paulo, 1990 2010 Análise, Perspectiva e Tendências 2015. Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br>. Acesso em 10.12.2015.

Cañete, C. L. e L. A. Foerster. 2003. Incidência natural e biologia de *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera, Noctuidae). Revista Brasileira de Entomologia, 47: 201-204. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262003000200008>

Carlsson, R. 1980. Quantity and Quality of Leaf Protein Concentrates from *Atriplex hortensis* L., *Chenopodium quinoa* Willd. and *Amaranthus caudatus* L, Grown in Southern Sweden, Acta Agriculturae Scandinavica, 30: 418-426. <https://dx.doi.org/10.1080/00015128009435289>

Carson, R. 1962. Silent Spring, Houghton Miffl in, Boston. Tradução de Claudia Sant'Anna Martins,- 1 ed - São Paulo: Gaia, 2010.

Carvalho, JS; De Bortoli, AS; Thuler, RT; Goulart, RM; Volpe, HXL. 2010. Efeito de sinigrina aplicada em folhas de brássicas sobre características biológicas de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). Acta Scientiarum, 32: 15-20. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.753>

Castelo Branco, M. e Gatehouse, A.G. 1997. Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 26: 75-79. <https://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591997000100010>

Castelo Branco, M. e M.A. Medeiros. 2001. Impact of insecticides on Diamondback Moth parasitoids on cabbage in the Federal District of Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 36: 7-13. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000100002>

Castelo Branco, M., F. H. França e G. L. Villas Boas. 1997. Traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*). Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 4p. Comunicado técnico, 4.

Castelo Branco, M., F. H. França, L. A. Pontes e P. S. T. Amaral. 2003. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. Horticultura Brasileira, 21: 549-552. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362003000300027>

Castelo Branco, M., F. H. França, M. A. Medeiros e J. G. T. Leal. 2001. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de

caso. Horticultura Brasileira, 19: 60-63. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362001000100012>

Chagas Filho, Norton R, Boiça Jr, Arlindo L, e Alonso, Tania F. 2010. Biologia de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) em cultivares de couve-flor. Neotropical Entomology, 39: 253-259. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000200017>

Chiaradia, LA; Nesi, CN; Ribeiro, LP. 2016. Nível de dano econômico do percevejo barriga-verde, *Dichelops furcatus* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae), em milho. Agropecuária Catarinense, 29: 63-67.

Corrigan JE, Laing JE. 1994. Effects of the Rearing Host Species and the Host Species Attacked on Performance By *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Environmental Entomology, 23: 755-60. <https://doi.org/10.1093/ee/23.3.755>

Cruz I, Figueiredo MLC, Matoso MJ. 1999. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma*. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 40 p. (Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 30).

Cruz, F. 2018. Pesquisa mostra que 80% dos brasileiros buscam alimentação saudável. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2018-05/pesquisa-mostra-que-80-dos-brasileiros-buscam-alimentacao-saudavel>. Acesso em 05.09.2018.

Dallacort, R., J. A. Martins, M. H. Inoue, P. S. L. de Freitas, e A. Coletti. 2011. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do estado de Mato Grosso, Brasil. Acta Scientiarum Agronomy, 33: 193-200. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.5838>

De Bortoli, AS; Polanczyk, RA; Vacari, AM; De Bortoli, CP; Duarte, RT. 2013. *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae): Tactics for Integrated Pest Management in Brassicaceae. In.: Soloneski, S.; Larramendy, M. (Eds.). Agricultural and Biological Sciences "Weed and Pest Control - Conventional and New Challenges", ISBN 978-953-51-0984-6. <http://dx.doi.org/10.5772/54110>

De Bortoli, S. A., A. M. Vacari, R. M. Goulart, A. S. Ferraudo e H. X. L. Volpe. 2013. Classification of crucifer cultivars based on the life-history of diamondback moth (*Plutella xylostella*). International Journal of Pest Management, 59: 73-78. <https://dx.doi.org/10.1080/09670874.2013.765057>

Dennill, G. B., e W. L. Pretorius. 1995. The status of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae), and its parasitoids on cabbages in South Africa. African Entomology, 3: 65-71.

Dequech, S. T. B., C. S. V. S. Camera, L. P. Ribeiro, R. B. Querino e S. Poncio. 2013. Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* eggs and natural parasitism by

*Trichogramma* in maize. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35: 295-300.  
<https://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.16769>

Dias, D.G.S., C. M. S. Soares e R. Monnerat. 2004. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. *Horticultura Brasileira*, 22: 553-556. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000300010>

Domiciano, N. L., e B. Santos. 1996. Pragas da canola: Bases preliminares para manejo no Paraná. 16. Londrina: IAPAR, 1996. 16 p. (IAPAR. Informe da Pesquisa, 120; COODETEC. Boletim Técnico, 35).

Dormann CF. et al. 2013. Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36: 27–46.  
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>

Dudczak, A. C., R. B. Querino, M. R. Foerster e L. A. Foerster. 2017. First Occurrence of *Trichogramma bruni* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Parasitizing Eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Erebidae) in Brazil. *Neotropical Entomology*, 46: 471. <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0521-3>

FAO, 2013. Fao statistical yearbook 2013 world food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome p. 307, 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00.htm>

Faria, C.A, Torres, J.B., Fernandes, A.M.V., Farias, A.M.I. 2008. Parasitism of *Tuta absoluta* (Meyrick) in tomato plants by *Trichogramma pretiosum* Riley in response to host density and plant structures. *Revista Ciência Rural*, 38: 1504-1509.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000600002>

Favetti BM. 2017. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e o seu papel no manejo de lepidópteros-praga na cultura da soja. Tese de doutorado. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/151051>.

Fazolin, M; Estrela, JLV. 2004. Determinação do nível de dano econômico de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola. *Neotropical Entomology*, 33: 631-637.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000500014>

Ferronato, E.M.O. e M. Becker. 1984. Abundância e complexo de parasitóides de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em *Brassica oleracea* L. var. *acephala* D. C. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, 13: 261-278.

Figueiredo MLC, Cruz I, da Silva RB, Foster JE. 2015. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. *Agronomy for Sustainable Development*, 35: 1175–83. [https://doi.org/10.1007/s13593-015-0312-](https://doi.org/10.1007/s13593-015-0312-3)

[3](#)

Filgueira FAR. 2007. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV.

Foerster, L. A. e M. R. F. Avanci. 1999. Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 28, 3, 545-548. <https://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591999000300025>

Foresti J, Bastos CS, Fernandes FL, Silva PRD. 2018. Economic injury levels and economic thresholds for *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) infesting seed maize. Pest Management Science, 74:149-158. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.4671>

Foresti, J., M. S. Garcia, O. Bernardi, M. Zart e A. M. Nunes. 2012. Biologia, Seleção e Avaliação de Linhagens de *Trichogramma* spp. para o Controle da Lagarta-da-Espiga em Milho Semente. EntomoBrasilis, 5: 43-48.

Forsse, E., Smith, S.M., Bouchier, R.S. 1992. Flight initiation in the egg parasitoid *Trichogramma minutum*: Effects of ambient temperature, mates, food, and host eggs. Entomologia Experimentalis et Applicata, 62: 147–154. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1992.tb00654.x>

Fox, J.; Weisberg, S. 2011. An R Companion to Applied Regression. SAGE Publications Inc. Los Angeles. 472 pp.

Furlong, M. J., D. J. Wright e L. M. Dosdall. 2013. Diamondback Moth Ecology and Management: Problems, Progress, and Prospects. Annual Review of Entomology, 58, 517–541. <https://dx.doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605>

Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R. P. L. Carvalho, G. C. Baptista, E. Berti Filho, J. R. P. Parra, R. A. Zucchi, S. B. Alves, J. D. Vendramim, L. C. Marchini, J. R.S. Lopes, C. Omoto. 2002. Entomologia Agrícola, Biblioteca de Ciências Agrárias - FEALQ, Volume 10, Piracicaba, 920 p.

Gerland, P., A. E. Raftery, H. Evikova, N. Li, D. Gu, T. Spoorenberg, e J. Wilmoth. 2014. World population stabilization unlikely this century. Science, 346: 234–237. <https://dx.doi.org/10.1126/science.1257469>

Gingras, D., Dutilleul, P., Boivin, G. 2003. Effect of plant structure on host finding capacity of lepidopterous pests of crucifers by two *Trichogramma* parasitoids. Biological Control, 27: 25-31. [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(02\)00189-5](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(02)00189-5)

Goodenough JL, Hartstack AW, King EG. 1983. Developmental models for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four hosts. Journal Economic Entomology, 76: 1095–102. <https://doi.org/10.1093/jee/76.5.1095>

Guillette Jr LJ, Iguchi, T. 2012. Life in a Contaminated World. Science, 337: 1614-1615. <https://doi.org/10.1126/science.1226985>

Guo, S. F., e Y. C. Qin. 2010. Effects of Temperature and Humidity on Emergence Dynamics of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Journal Economic Entomology, 103: 2028–2033. <https://doi.org/10.1603/EC09251>

Haji FND, Prezotti L, Carneiro JS, Alencar JA. 2002. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas em tomateiro industrial. In: Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, p.477-494.

Hama, H. 1987. Development of pyrethroid resistance in the Diamondback Moth. Applied Entomology and Zoology, 22:166-175. <http://doi.org/10.1303/aez.22.166>

Hamilton, A.J., Endersby, N.M., Ridland, P.M., Neal, M. 2005. Effects of cultivar on oviposition preference, larval feeding and development time of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), on some *Brassica oleracea* vegetables in Victoria. Australian Journal Entomology, 44: 284-287. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2005.00468.x>

Heckel, D. G. 2012. Insecticide resistance after silent spring. Science. 337: 1612–1614. <https://doi.org/10.1126/science.1226994>

Hermansson J. 2016. Biology of the diamondback moth (*Plutella xylostella*) and its future impact in Swedish oilseed rape production: A literature review. First cycle, G2E. Uppsala: SLU, Dept. of Ecology. 1–42.

Holst, K.K. 2014. gof: Model-diagnostics based on cumulative residuals. R package version 0.9.1.

Imenes, S. D. L., T. B. Campos, S. M. Rodrigues Netto e E. C. Ergmann. 2002. Avaliação da atratividade de feromônio sexual sintético da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em cultivo orgânico de repolho. Arquivos do Instituto Biológico, 69: 81-84.

Jelihovschi EG, Faria JC e Allaman IB. 2014. ScottKnott: A Package for Performing the Scott-Knott Clustering Algorithm in R. Trends in Applied and Computational Mathematics 15: 3-17. <http://dx.doi.org/10.5540/tema.2014.015.01.0003>

Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellog, E.A., Stevens, P.F., Donoghue, M.J. 2009. Sistemática Vegetal – Um enfoque filogenético. 3ª ed. Editora Artmed, Porto Alegre.

Junqueira, AH.; Luengo, RFA. 2000. Mercados diferenciados de hortaliças. Horticultura Brasileira, 18: 95-99.

Kanour, W.W., Burbutis, P.P. 1984. *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) field releases in corn and a hypothetical model for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Economic Entomology, 77: 102–107. <https://doi.org/10.1093/jee/77.1.103>

- Kfir, R. 1998. Origin of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 91: 164–167. <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/91.2.164>
- Kobori, Y. e H. Amano. 2003. Effect of rainfall on a population of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Applied Entomology and Zoology*, 38: 249–253. <https://doi.org/10.1303/aez.2003.249>
- Köhler, H. R. e R. Triebkorn. 2013. Wildlife ecotoxicology of pesticides: Can we track effects to the population level and beyond? *Science*. 341: 759–765. <https://doi.org/10.1126/science.1237591>
- Köppen, W. 1936. Das geographische System der Klimate. – Köppen, W., R. Geiger (Eds.): *Handbuch der Klimatologie – Gebrüder Bornträger*, Berlin, 1, 1– 44.
- Lal, R. 1990. Soil Erosion and Land Degradation: The Global Risks. *Advances in Soil Science*, 129–172. [https://dx.doi.org/10.1007/978-1-4612-3322-0\\_4](https://dx.doi.org/10.1007/978-1-4612-3322-0_4)
- Lamichhane, J. R. 2017. Pesticide use and risk reduction in European farming systems with IPM: An introduction to the special issue. *Crop Protection*, 97: 1–6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.017>
- Lim GS. 1986. Biological control of diamondback moth. *Proceedings of the First International Workshop*, 11/15 March 1985. Tainan, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center. p. 159-171.
- Lima Filho, M. e Lima, J.O.G. 2001. Massas de Ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) em Cana-de-Açúcar: Número de Ovos e Porcentagem de Parasitismo por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em Condições Naturais. *Neotropical Entomology*, 30: 483-488. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2001000300026>
- Lin DY., L. J. Wei; Z. Ying. 2002. Model-checking techniques based on cumulative residuals. *Biometrics*, 58: 1–12. <https://doi.org/10.1111/j.0006-341X.2002.00001.x>
- Lin, JG; Hung, CH; Siin, CN. 1989. Teflubenzuron resistance and microsomal monooxygenases in larvae of the Diamondback Moth. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 35:20-25. [https://doi.org/10.1016/0048-3575\(89\)90098-9](https://doi.org/10.1016/0048-3575(89)90098-9)
- Lourenzani, AEBS; Silva, AL. 2004. Um estudo da competitividade dos diferentes canais de distribuição de hortaliças. *Gestão e Produção*, 11:385-398.
- Lukacs, P. M.; Burnham K. P.; Anderson, D. R. 2009. Model selection bias and Freedman's paradox. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 62: 117–125. <https://doi.org/10.1007/s10463-009-0234-4>

Lukianchuk, J.L., Smith, S.M. 1997. Influence of structural complexity on the foraging success of *Trichogramma minutum*: a comparison of search on artificial and foliage models. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 84: 221–228. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1997.00219.x>

Lutz, W. e K. C. Samir. 2010. Dimensions of global population projections: What do we know about future population trends and structures? *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 365: 2779–2791 <https://dx.doi.org/10.1098/rstb.2010.0133>

Maltais, PM; Nuckle, JR; Leblanc, PV. 1998. Economic Threshold for Three Lepidopterous Larval Pests of Fresh-Market Cabbage in Southeastern New Brunswick. *Journal of Economic Entomology*, 91: 699-707. <https://doi.org/10.1093/jee/91.3.699>

Mamat, JMd. 1996. *Plutella* equivalent action threshold for insect pests of crucifers using Chinese kale as model. In. Proceedings of the Third International Workshop, 29 October - 1 November, Kuala Lumpur, Malaysia. Disponível em: <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/diamondback-moth/pdf/1996papers/1996DBM26.pdf>

Marchioro, C. A. e L. A. Foerster. 2011. Development and Survival of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a Function of Temperature: Effect on the Number of Generations in Tropical and Subtropical Regions. *Neotropical Entomology*, 40: 483–488. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000500003>

Marchioro, C. A. e L. A. Foerster. 2016. Biotic factors are more important than abiotic factors in regulating the abundance of *Plutella xylostella* L., in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 60: 328–333. <https://dx.doi.org/10.1016/j.rbe.2016.06.004>

Marchioro, CA. 2011. Flutuação Populacional de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae) e seus Parasitóides no Sudeste do Paraná: Biologia em plantas silvestres e cultivadas e exigências térmicas. Curitiba: UFPR-PPGZoologia (Tese de doutorado).

Marchioro, CA; Foerster, LA. 2011. Development and survival of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a function of temperature: effect on the number of generations in tropical and subtropical Regions. *Neotropical Entomology*, 40: 533–541. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000500003>

Martinelli, S.; Montagna, M.A.; Picinato, N.C.; Silva, F.M.A.; Fernandes, O. A. 2003. Eficácia do indoxacarb para o controle de pragas em hortaliças. *Horticultura Brasileira*, 21: 501-505. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362003000300018>

Massaroli, A., A. R. Butnariu e A. K. Doetzer. 2014. Occurrence of *Trichogramma* Parasitoids in Eggs of Soybean Lepidopteran Pests in Mato Grosso, Brazil *International Journal of Biology*, 6: 97-103. <http://dx.doi.org/10.5539/ijb.v6n2p97>

Medeiros, P. T., J. M. C. S. Dias, R. G. Monnerat e N. R. Souza. 2003. Instalação e manutenção de criação massal da traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*). Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 4p, Circular técnica, 29.

Miyata, T; Kawai, H; Saito, T. 1982. Insecticide resistance in the Diamondback Moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). Applied Entomology and Zoology, 17:539-542. <http://doi.org/10.1303/aez.17.539>

Monteiro, G. 2017. Uso do controle biológico de pragas dispara no Brasil. Revista Exame. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/ciencia/uso-do-controle-biologico-dispara-no-brasil/>

Moreira, J. O. T. 1999. *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) como agente de controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro, *Lycopersicon esculentum* Mill: Aspectos biológicos e eficiência em campo. Ph.D. thesis, Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 84p.

Mujica, N, Kroschel, J. 2013. Pest intensity-crop loss relationships for the leafminer fly *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in diferent potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. Crop Protection. 47:6-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2012.12.019>

Nakano O, Silveira Neto S, Zucchi RA. 1981. Entomologia econômica. São Paulo: Livroceres, Piracicaba: Esalq, 314p.

Nelder, J. A., e R. W. M. Wedderburn. 1972. Generalized Linear Models. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), 135: 370-384. <https://doi.org/10.2307/2344614>

Ngowi, B. V., H. E. Z. Tonnang, E. M. Mwangi, T. Johansson, J. Ambale, P. N. Ndegwa, e S. Subramanian. 2017. Temperature-dependent phenology of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): Simulation and visualization of current and future distributions along the Eastern Afromontane. PLoS One. 12: 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173590>

Nofemela, R.S.; KFIR, R. 2005. The role of parasitoids in suppressing diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), populations on unsprayed cabbage in the North West Province of South Africa. African Entomology, 13:71 – 83.

Oliveira, H. N., D. Pratisoli e L. P. Dalvi. 2005. Ocorrência de *Trichogramma exiguum* Pinto e Platner (Hym.: Trichogrammatidae) na cultura do milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 4: 259-261. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v4n2p259-261>

Olson, D.M., Andow, D.A. 2006. Walking pattern of *Trichogramma nubilale* Ertle e Davis (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on various surfaces. Biological Control, 39: 329-335. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.08.018>

Pak, G.A., Oatman, E.R. 1982. Comparative life table, behavior and competition studies of *Trichogramma brevicapillum* and *T. pretiosum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 32: 68–79. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1982.tb03183.x>

Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS (Ed.). 2002. Controle biológico no Brasil – Parasitóides e predadores. Piracicaba, Ed. Manole, 609p.

Parra JRP, Zucchi RA. 2004. *Trichogramma* in Brazil: Feasibility of use after twenty years of research. *Neotropical Entomology*, 33: 271–81. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000300001>

Parra, J. R. P., R. A. Zucchi e S. Silveira Neto. 1987. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 82: 153-160.

Parra, J.R.P. 2014. Biological Control in Brazil: an overview. *Scientia Agricola*, 71: 420-429. <https://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167>

Parra, J.R.P.; Coelho Junior, A.; Geremias, L.D.; Bertin, A.; Ramos, C. J. 2014. Criação de *Anagasta kuehniella*, em pequena escala, para produção de *Trichogramma*. [S.l: s.n.]. Piracicaba: Occasio.

Pastori PL, Monteiro LB, Botton M. 2008. Capacidade de Dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em Pomar Adulto de Macieira. *Boletín de sanidad vegetal Plagas*, 34, 2: 239-245.

Pastori, P.L., Monteiro, L.B., Botton, M., Pratissoli, D. 2007. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) sob diferentes temperaturas. *Neotropical Entomology*, 36: 926-931. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2007000600015>

Pedigo, L.P., 2009. Economic thresholds and economic injury levels. In: Radcliffe, E.B., Hutchison, W.D. (Eds.), *Radcliffe's IPM World Textbook*. University of Minnesota, St. Paul, MN. Available from: URL: <http://ipmworld.umn.edu> (visited: 04.07.2018).

Pedigo, LP; Hutchins, SH; Higley, LG. 1986. Economic injury levels in theory and practice. *Annual Review Entomology*, 31: 341-368. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.31.010186.002013>

Pereira, F. F., R. Barros, D. Pratissoli e J. R. P. Parra. 2004. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Neotropical Entomology*, 33: 231-236. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000200014>

Pereira, F.F., Barros, R., Pratissoli, D., Pereira, C.L.T., Vianna, U.R., Zanuncio, J.C. 2007. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma exiguum* Pinto e Platner, 1978

(Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em diferentes temperaturas. *Ciência Rural*, 37: 297-303. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n2/a01v37n2.pdf>

Peterson, B. G. e Carl P. 2018. PerformanceAnalytics: Econometric Tools for Performance and Risk Analysis. R package version 1.5.2. <https://CRAN.R-project.org/package=PerformanceAnalytics>

Pinto AS, Parra JRP. 2002. Liberações de inimigos naturais. In: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS. Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, p.325-342.

Pinto JD. 2006. A review of the New World genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). *Journal of Hymenoptera Research* 15, 38–163.

Pratissoli D, Milanez AM, Celestino FN, Barbosa WF, Vianna UR, Polanczyk RA, Zinger FD, Carvalho JR. 2011. Seletividade de inseticidas, recomendados para cucurbitáceas para *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. *Revista Ceres* 58: 661-664. <https://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500018>

Pratissoli D, Pereira FF, Barros R, Parra JRP, Pereira CLT. 2004. Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos da traça-das-crucíferas sob diferentes temperaturas. *Horticultura Brasileira*, 22: 754–7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000400017>

Pratissoli D, Vianna UR, Zago HB, Pastori PL. 2005. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40: 613–6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000600013>

Pratissoli D; Polanczyk RA; Holtz AM; Dalvi LP; Silva AF; Silva LN. 2008. Selection of *Trichogramma* species for controlling the Diamondback moth. *Horticultura Brasileira* 26: 194-196. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362008000200026>

Pratissoli, D., Parra, J.R.P. 2000. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 1281-1288. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000700001>

Querino, R. B. e R. A. Zucchi. 2012. Guia de identificação de *Trichogramma* para o Brasil – 2. ed. –Brasília, DF:Embrapa.

Querino, R. B., J. V. Mendes, V. A. Costa e R. A. Zucchi. 2017. New species, notes and new records of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. *Zootaxa* 4232: 137–143. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4232.1.11>

Querino, R. B., N. N. P. Silva e R. A. Zucchi. 2016. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. *Ciência Rural*, 46: 1521-1523. <https://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20151352>

R Core Team 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rebouças TNH. 2018. Mais exigente: Novos desafios e oportunidades tecnológicas em Produção, Mercado e Comercialização de frutas e hortaliças. *Revista Cultivar Hortaliças e Frutas* 109, p.37.

Romeis, J., Babendreier, D., Wäckers, F.L., Shanower, T.G. 2005. Habitat and plant specificity of *Trichogramma* egg parasitoids underlying mechanisms and implications. *Basic and Applied Ecology*, 6: 215-236. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2004.10.004>

Sá LN, Parra JRP, Silveira Neto S. 1993. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* riley, 1879 para controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. *Scientia Agricola*, 50: 226–231. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161993000200009>

Sá, L. A. N. e Parra, J. R. P. 1993. Efeito do número e intervalo entre liberações de *Trichogramma pretiosum* riley no parasitismo e controle de *Helicoverpa zea* (Boddie), em milho. *Scientia Agricola*, 50: 355-359. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161993000300006>

Saath, K. C. O. e A. L. Fachinello. 2018. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 56: 195-212. <https://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>

Saavedra JLD, Torres JB, Saavedra JLD. 1997. Dispersal and parasitism of *Heliothis virescens* eggs by *Trichogramma pretiosum* (Riley) in cotton. *International Journal of Pest Management*, 43, 169–171. <http://dx.doi.org/10.1080/096708797228898>

Santos, HS; Brandão Filho, JUT; Kernkamp, D; Melo, AJ; Bizoto, M. 2011. Eficiência de inseticidas no controle da traça das crucíferas (*Plutella xylostella*) na cultura do repolho. *Horticultura Brasileira* 29: S1056-S1061.

Sarfraz M., A.B. Keddie e L.M. Dossdall. 2005. Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review. *Biocontrol Science and Technology*, 15: 763-789, <https://doi.org/10.1080/09583150500136956>

Sarfraz, M., L. M. Dossdall e B. A. Keddie. 2006. Diamondback moth–host plant interactions: Implications for pest management, *Crop Protection*, 25: 625-639. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.09.011>

Schmidt, J. M. 1994. Host recognition and acceptance by *Trichogramma*. In Wajnberg, E., & Hassan, S. A. (Eds.), *Biological control with egg parasitoids* (pp.165–200). Wallingford: CAB International.

Scott A.J. e M. A. Knott. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30: 507-512. <https://doi.org/10.2307/2529204>

Shelton A.M. 2001. Regional outbreaks of diamondback moth due to movement of contaminated plants and favourable climatic conditions. p. 96–101. In: Proc. IV Int. Workshop “Management of Diamondback Moth and other Crucifer Pests”. Melbourne.

Shelton, a M., F. V Sances, J. Hawley, J. D. Tang, M. Boune, D. Jungers, H. L. Collins, e J. Farias. 2000. Assessment of insecticide resistance after the outbreak of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in California in 1997. *Journal Economic Entomology*, 93: 931–936. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.3.931>

Shiojiri K, Takabayashi J. 2003. Effects of specialist parasitoids on oviposition preference of phytophagous insects: encounter-dilution effects in a tritrophic interaction. *Ecological Entomology*, 28: 573-578. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2003.00539.x>

Sivapragasam A., Ito Y., Saito T. 1988. Population fluctuations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) on cabbage in *Bacillus thuringiensis* sprayed and non sprayed plots and factors affecting within-generation survival of immature. *Population Ecology*, 30: 329–342. <https://doi.org/10.1007/BF02513253>

Smith SM. 1996. Biological Control with *Trichogramma*: Advances, Successes, and Potential of Their Use. *Annual Review Entomology*, 41: 375–406. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.41.010196.002111>

Smith, S.M. 1988. Pattern of attack on spruce budworm egg masses by *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) released in forest stands. *Environmental Entomology*, 17: 1009–1015. <https://doi.org/10.1093/ee/17.6.1009>

Smith, S.M., Hubbes, M., Carrow, J.R. 1986. Factors affecting inundative releases of *Trichogramma minutum* Ril. against the Spruce Budworm. *Journal of Applied Entomology*, 101: 29–39. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1986.tb00830.x>

Souza RAD, Massarolli A, Gonsales BAB, Casagrande RR, Carvalho GDS. 2017. Utilização de fita dupla face para confecção de cartelas de parasitismo para *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) In: IV Ciclo de Estudos de Biologia de Tangará da Serra e III Ciclo Nacional de Estudos de Biologia, 4<sup>a</sup>. (BIOTA), 2017, Tangará da Serra/Mato Grosso. Anais... 4.

Souza, A. R., T. A. Giustolin, R. B. Querino e C. D. Alvarenga. 2016. Natural Parasitism of Lepidopteran Eggs by *Trichogramma* Species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Agricultural Crops in Minas Gerais, Brazil. *Florida Entomologist*, 99: 221-225. <https://doi.org/10.1653/024.099.0210>

Sow G, Diarra K, Arvanitakis L, Bordat D. 2013. Relationships between the diamondback moth, climatic factors, cabbage crops and natural enemies in a tropical area. *Folia Horticulturae*, 25: 3-12. <https://doi.org/10.2478/fhort-2013-0001>

Stern, VM; Smith, RF; Bosch, VDR; Hagen, KS. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia* 29: 81-101.

Subramanian, S., R. J. Rabindra, e N. Sathiah. 2010. Economic threshold for the management of *Plutella xylostella* with granulovirus in cauliflower ecosystem. *Phytoparasitica*, 38: 5–17. <https://doi.org/10.1007/s12600-009-0066-z>

Talekar, N. S. e A. M. Shelton. 1993. Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth. *Annual Review of Entomology*, 92: 275–301. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>

Talekar, N. S. e W. J. Hu. 1996. Characteristics of parasitism of *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) by *Oomyzus sokolowskii* (Hym., Eulophidae). *Entomophaga*. 41: 45–52. <https://doi.org/10.1007/BF02893291>

Talekar, N.S., Shelton, A.M. 1993. Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth. *Annual Review of Entomology*, 92: 275–301. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>

Thuler R T, Bortoli SA, Goulart RM, Viana CLTP, Pratisoli D. 2008. Interação tritrófica e influência de produtos químicos no complexo: brássicas x traça-das-crucíferas x parasitóides de ovos. *Ciência e Agrotecnologia*, 32: 1154–1160. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000400018>

Trani, P.A., Passos, F.A., Melo, A.M.T., Tivelli, S.W., Bovi, O.A., Pimentel, H.C. 2010. Hortaliças e plantas medicinais: manual prático 2ª ed .rev. atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 72 p. online (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 199). Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/boletim\\_tecnico%20IA\\_C199.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/boletim_tecnico%20IA_C199.pdf)

Trani, P.E., Tivelli, S.W., Blat, S.F., Praela-Pantano, A.,Teixeira, E.P.,Araújo, H.S., Feltran, J.C., Passos, F.A., Figueiredo, G.J.B., Novo, M.C.S.S. 2015. Couve de folha: do plantio à pós-colheita. Campinas: Instituto Agrônômico, 36 p. online. (Série Tecnologia Apta. Boletim Técnico IAC, 214). <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/couve.php>

Ulmer, B., C. Gillott, D. Woods e M. Erlandson. 2002. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. *Crop Protection*, 21: 327-331. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00014-5](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00014-5)

United Nations, 2013. United Nations, World Population Prospects: The 2012 Revision (Population Division, Dept. of Economic and Social Affairs, United Nations, New York)

Van Lenteren, J. C. e V. H. Bueno. 2003 Augmentative biological control of arthropods in Latin America. *BioControl*, 48: 123-139. <https://doi.org/10.1023/A:1022645210394>

Vilela, NJ; Macedo, MMC. 2000. Fluxo de poder no agronegócio: o caso das hortaliças. *Horticultura Brasileira*, 18: 88-94. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362000000200002>

Villas Boas, GL; Castelo Branco, M; Guimarães, AL. 1990. Controle químico da traça-das-crucíferas em repolho no Distrito Federal. *Horticultura Brasileira*, 8:10-11.

Vinson, S. B. 1997. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae, p.67-119. In: Parra, J.R.P., Zucchi, R.A. (eds). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.

Wang, B., Ferro, D.N., Hosmer, D.W. 1997. Importance of plant size, distribution of egg masses, and weather conditions on egg parasitism of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* by *Trichogramma ostriniae* in sweet corn. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 83: 337-345. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1997.00189.x>

Wickham, H. 2009. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.

Wiest A, Barreto MR. 2012. Evolução dos Insetos-Praga na Cultura da Soja no Mato Grosso. *EntomoBrasilis* 5: 84–87. <https://doi.org/10.12741>

Zachrisson B, Parra JRP. 1998. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em soja. *Scientia Agricola*, 55: 3–8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161998000100021>

Zago, H.B., Barros, R., Torres, J.B, Pratissoli, D. 2010. Distribuição de ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) e o parasitismo por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Neotropical Entomology*, 39: 241-247. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000200015>

Zalucki MP, Shabbir A, Silva R, Adamson D, Shu-Sheng L, Furlong MJ. 2012. 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 Economic Entomology*, 105: 1115–1129. <https://doi.org/10.1603/EC12107>

Zuur, A.F.; Ieno, E.N.; Elphick, C.S. 2010. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, 1: 3-14. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x>