

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 25/10/2023

At the author's request, the full text of this thesis / dissertation will not be available online until October 25, 2023

**FRANCIELY DA SILVA PONCE**

**MANEJO DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA EM BRÁSSICAS COM USO DE  
*Trichogramma pretiosum* Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

**Botucatu**

**2021**



**FRANCIELY DA SILVA PONCE**

**MANEJO DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA EM BRÁSSICAS COM USO DE  
*Trichogramma pretiosum* Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

Tese apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Doutor em Agronomia/Horticultura

Orientadora: Profa. Dra. Regiane Cristina  
de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Santino Seabra  
Júnior

**Botucatu**

**2021**

P792m Ponce, Franciely da Silva  
Manejo de lepidópteros-praga em brássicas com uso de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) / Franciely da Silva Ponce.  
– Botucatu, 2021  
167 p. : il., tabs., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu  
Orientadora: Regiane Cristina de Oliveira  
Coorientador: Santino Seabra Júnior

1. Controle biológico. 2. *Plutella xylostella*. 3. *Chrysodeixis includens*. 4. Seletividade. 5. Custo e rentabilidade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA TESE: MANEJO DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA EM BRÁSSICAS COM USO DE**  
*Trichogramma pretiosum* Riley (HYMENOPTERA:  
TRICHOGRAMMATIDAE)


**AUTORA: FRANCIELY DA SILVA PONCE**

**ORIENTADORA: REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA**

**COORDENADOR: SANTINO SEABRA JÚNIOR**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA (Participação Virtual)   
Departamento de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. BRUNO ALEXIS ZACHRISSON SALAMINA (Participação Virtual)   
Laboratório de Entomologia do centro de Pesquisa Agropecuária Oriental / Instituto de Investigação Agropecuária de Panamá

Prof. Dr. DIRCEU PRATISSOLI (Participação Virtual)   
Produção Vegetal / Universidade Federal do Espírito Santo

Profa. Dra. ALESSANDRA REGINA BUTNARIU (Participação Virtual)   
Agronomia / Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

Prof. Dr. CARLOS FREDERICO WILCKEN (Participação Virtual)   
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 25 de outubro de 2021



*Aos queridos professores aposentados Luiz  
Carlos Forti e João Rodrigues Domingos, por  
escolher continuar compartilhando conosco seus  
conhecimentos.*

*Dedico*





## AGRADECIMENTOS

À minha mãe Maria, padrasto Feliciano, irmã Ana Claudia pelo apoio durante esses anos de jornada.

Aos meus filhos Vinicius e Clara Luiza.

Aos meus filhos de patas Manolo e companhia que tiveram e têm um papel mais que especial em minha jornada, fazendo o caminho menos duro e iluminado.

À Universidade do Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, pela oportunidade oferecida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de financiamento 001.

À Profa. Dra. Regiane, pela orientação, ensinamentos, paciência e exemplo de profissional, mãe e mulher.

Ao meu querido coorientador pelo apoio e ensinamentos durante esta e as demais jornadas que trilhamos juntos.

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

À Empresa Folhas da terra, através da pessoa do Luiz Felipe Baldini e Antônio Baldini, pela disponibilidade da área e por acreditar neste projeto.

Às funcionárias do grupo Folhas da terra Sheron, Antônia e Cristina, pelo auxílio durante a pandemia e recepção sempre calorosa.

Ao produtor Sérgio por possibilitar a coleta das linhagens de *Trichogramma pretiosum* intituladas Vitoriana I e II.

Ao Dr. Sérgio Benvença por auxiliar na captura das linhagens de *Trichogramma pretiosum* intituladas SB I e II.

Aos meus colegas de laboratório, Thais Carolina Cirino, Simone da Silva Vieira, Nadja Nara P. Silva, Melissa Generoso, Verônica Novais, Pedro Ikuno, Ana Beatriz Ramos e Lucas de Oliveira, que me auxiliaram durante a jornada e a todos do Grupo de Pesquisa AGRIMIP que participaram de alguma forma na execução dos trabalhos.

Ao meu querido bolsista Moisés Daniel de Oliveira, pela grande ajuda parceria e amizade.

À amiga e colega de laboratório Claudia Ap. de Lima Toledo pelo auxílio, amizade e companheirismo.

À querida tia Sandra Mioni, sempre prestativa, dedicada e amorosa com todos.

Aos vizinhos e amigos Maura, Mike e Márcio pelo auxílio nos momentos difíceis.

Ao amigo Willian Monesi pelo auxílio durante a condução de parte dos experimentos.

À Luciana Fernandes Silva, estagiária e posteriormente técnica do laboratório AGRIMIP, pelo companheirismo, amizade e milhares de caixinhas de liberação que você gentilmente fez, durante o tempo de estágio.

À estagiária Raquel pelas inúmeras caixinhas de liberação confeccionadas.

Ao querido amigo Paulo Roberto Rodrigues pelo companheirismo e ajuda.

À Professora Silvia Renata Wilcken e Vanessa Rafaela de Carvalho pela disponibilidade de espaço e tempo para realização das análises moleculares.

Aos amigos conquistados durante a estada em Nova Mutum-MT, Fernanda Dipple, Antônia e Gilberto Dipple.

À querida amiga mais que preciosa quem me estendeu a mão, sem hesitar, Tainara Romani.

Aos professores da Universidade Estadual Paulista com os quais eu tive o prazer de ter aulas, pelos ensinamentos que perpassam o âmbito acadêmico. Em especial aos Professores Filipe Pereira Giardini Bonfim, Giuseppina Pace Pereira Lima, João Domingos Rodrigues e Luiz Carlos Forti pela disponibilidade, carinho e auxílio.

“Eu não sou um ser humano, sou uma ideia. Uma ideia não se pode aprisionar”

da Silva, L. I. L. **Discurso feito em frente ao Sindicato dos Metalúrgicos do ABC Paulista** - São Bernardo do Campo - SP, 08 de abril de 2018.



## RESUMO

As brássicas compõem algumas das hortaliças mais cultivadas no Brasil e no mundo. A ocorrência de lepidópteros-praga durante o ciclo produtivo é o principal entrave a produção. Dessa forma, esta tese foi dividida em seis capítulos em que objetivou-se selecionar linhagens de *T. pretiosum* aptas para utilização no manejo biológico de lepidópteros praga no cultivo de brássicas. Para tanto, os capítulos abordam exigências térmicas, seleção de linhagens, capacidade de dispersão, seletividade de produtos fitossanitários e liberação de *T. pretiosum*. Além do custo e rentabilidade do manejo biológico empregando este agente de controle em cultivos de couve e repolho. A temperatura influenciou nas características biológicas das linhagens avaliadas e cada população apresentou temperaturas ideais de desenvolvimento distintas. No entanto, a temperatura constante de 36°C foi prejudicial tanto para o parasitismo, como para viabilidade, longevidade das fêmeas e razão sexual, não sendo recomendada para a multiplicação das linhagens em laboratório. A linhagem 'Folhas da terra', apesar de estar na 54<sup>o</sup> geração, foi a que apresentou maior número de insetos voadores, fêmeas voadoras e razão sexual, sendo a mais indicada também para o manejo de *Chrysodeixis includens*. A combinação de endossimbiontes *Cardinium*, *Spiroplasma* e *Serratia* proporcionou a linhagem 'Folhas da terra' a maior proporção de fêmeas. A dispersão no período de 24 horas das fêmeas de *T. pretiosum* atingiu um raio de 6,26 metros em couve e 6,07 metros em repolho, correspondendo a uma área de dispersão de 81,23 e 79,03 m<sup>2</sup>, respectivamente, podendo-se adotar 123 pontos de liberação por hectare para a cultura da couve e 126 para o repolho. Produtos denominados adubos foliares, podem ser tão prejudiciais quanto inseticidas a *T. pretiosum*, quanto ao contato tarsal. Da mesma forma, os fungicidas podem ser nocivos quanto ao contato tarsal, e inofensivos quando pulverizados sobre os ovos que serão ofertados a *T. pretiosum*. Apesar de seletivo quando exposto via contato tarsal, o Agree<sup>®</sup> promoveu uma redução na viabilidade dos ovos parasitados, quando a pulverização ocorreu sobre os ovos de *Anagasta kuehniella*. Os adubos foliares, Actilase Intense<sup>®</sup>, Alcygol B<sup>®</sup>, Boroplex<sup>®</sup>, Duo organo<sup>®</sup>, Organo cálcio<sup>®</sup>, não foram seletivos a *T. pretiosum*, exceto quando utilizado em mistura entre Boroplex<sup>®</sup>, Duo organo<sup>®</sup>, Organo cálcio<sup>®</sup>. Em cultivo comercial de repolho a liberação de 200 mil fêmeas de *T. pretiosum* é capaz de manter a população de *Plutella xylostella*, *C. includens* e *Helulla undalis* a

baixo do nível de controle, reduzindo as necessidades de pulverização com inseticidas químicos em 100%, mesmo em períodos com condições climáticas mais favoráveis a reprodução dos insetos. As liberações inundativas de *T. pretiosum* representaram até 36,2% das operações manuais realizadas no cultivo de couve. No cultivo de repolho, os custos com monitoramento e liberação de *T. pretiosum* representaram até 19,2% das operações manuais. O custo de aquisição dos parasitoides representou 34,1% dos custos com materiais no cultivo de repolho verde, e 14,0% no repolho roxo. Nos cultivos de couve, representou apenas 20,9% dos custos com material de consumo. As liberações de *T. pretiosum* tem custo até 50% menor quando comparado ao da pulverização com inseticidas químicos. Além de proporcionar lucro operacional durante todos os cultivos realizados ao longo de um ano, proporcionando índices de lucratividade superiores a 70% e 50% nos cultivos de repolho verde e roxo, respectivamente. O índice de lucratividade no cultivo de couve foi superior a 85%.

**Palavras-chave:** controle biológico; *Plutella xylostella*; *Chrysodeixis includens*; seletividade; custo e rentabilidade

## ABSTRACT

Brassicas make up some of the most cultivated vegetables in Brazil and in the world. The occurrence of pest Lepidoptera during the production cycle is the main obstacle to production. Thus, this thesis was divided into six chapters in which the objective was to select *T. pretiosum* strains suitable for use in the biological management of Lepidoptera pests in the cultivation of brassica. Therefore, the chapters address thermal requirements, selection of strains, dispersibility, selectivity of phytosanitary products and release of *T. pretiosum*. In addition to the cost and profitability of biological management using this control agent in kale and cabbage crops. The temperature influenced the biological characteristics of the evaluated strains and each population had different ideal development temperatures. However, the constant temperature of 36°C was harmful to parasitism, viability, female longevity and sex ratio, and is not recommended for the multiplication of strains in the laboratory. The 'Folhas da Terra' strain, despite being in the 54th generation, had the highest number of flying insects, flying females and sex ratio, being also the most suitable for the management of *Chrysodeixis includens*. The combination of *Cardinium*, *Spiroplasma* and *Serratia* endosymbionts provided the 'Folhas da Terra' lineage with the highest proportion of females. The 24-hour dispersal of *T. pretiosum* females reached a radius of 6.26 meters in kale and 6.07 meters in cabbage, corresponding to a dispersal area of 81.23 and 79.03 m<sup>2</sup>, respectively. -to adopt 123 release points per hectare for kale and 126 for cabbage. Products called foliar fertilizers can be as harmful as insecticides to *T. pretiosum*, as to tarsal contact. Likewise, fungicides can be harmful in terms of tarsal contact, and harmless when sprayed on the eggs that will be offered to *T. pretiosum*. Despite being selective when exposed via tarsal contact, Agree<sup>®</sup> promoted a reduction in the viability of the parasitized eggs when spraying took place on the eggs of *Anagasta kuehniella*. Foliar fertilizers, Actilase Intense<sup>®</sup>, Alcygol B<sup>®</sup>, Boroplex<sup>®</sup>, Duo organo<sup>®</sup>, Organo Calcio<sup>®</sup>, were not selective for *T. pretiosum*, except when used in a mixture between Boroplex<sup>®</sup>, Duo organo<sup>®</sup>, Organo cálcio<sup>®</sup>. In commercial cabbage cultivation, the release of 200,000 females of *T. pretiosum* is able to keep the population of *Plutella xylostella*, *C. includens* and *Hellulla undalis* below the control level, reducing spraying requirements with chemical insecticides by 100%, even in periods with more favorable weather conditions for insect reproduction Flood releases of *T. pretiosum*



accounted for up to 36.2% of manual operations performed in kale cultivation. In cabbage cultivation, costs with monitoring and release of *T. pretiosum* accounted for up to 19.2% of manual operations. The acquisition cost of the parasitoids represented 34.1% of material costs in the cultivation of green cabbage, and 14.0% in red cabbage. In kale crops, it represented only 20.9% of the costs with consumables. Releases of *T. pretiosum* cost up to 50% less when compared to spraying with chemical insecticides. In addition to providing operating profit for all crops carried out over the course of a year, providing profitability rates above 70% and 50% in green and red cabbage crops, respectively. The profitability index in kale cultivation was higher than 85%.

**Keywords:** biological control; *Plutella xylostella*; *Chrysodeixis includes*; selectivity; cost and profitability.

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>17</b>
	<b>CAPÍTULO 1 - CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E TABELA DE VIDA DE LINHAGENS DE <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) EM OVOS DE <i>Anagasta kuehniella</i> (ZELLER) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) EM OITO TEMPERATURAS CONSTANTES.....</b>	<b>19</b>
1.1	INTRODUÇÃO.....	21
1.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
1.2.1	Obtenção das linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> .....	22
1.2.2	Características biológicas das linhagens de <i>T. pretiosum</i> coletadas em cultivos de brássicas e tomate.....	23
1.2.3	Tabela de vida de fertilidade.....	24
1.2.4	Capacidade de voo de linhagens de <i>T. pretiosum</i> .....	25
1.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
	REFERÊNCIAS.....	41
	<b>CAPÍTULO 2- SELEÇÃO DE LINHAGENS DE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) PARA O MANEJO DE <i>Chrysodeixis includens</i> (WALKER, [1858]) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E DETERMINAÇÃO DE ENDOSSIMBIONTES.....</b>	<b>45</b>
2.1	INTRODUÇÃO.....	47
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	48
2.2.1	Criação de <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae).....	48
2.2.2	Coleta e identificação das linhagens de <i>T. pretiosum</i> .....	49
2.2.3	Criação das linhagens de <i>T. pretiosum</i> .....	49
2.2.4	Criação de <i>C. includens</i> .....	50
2.2.5	Seleção de linhagens de <i>T. pretiosum</i> para o manejo de <i>C. includens</i> .....	51
2.2.6	Análise estatística.....	53
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
	REFERÊNCIAS.....	62
	<b>CAPÍTULO 3 - DISPERSÃO DE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM CULTIVOS DE COUVE E REPOLHO.....</b>	<b>66</b>
3.1	INTRODUÇÃO.....	68
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	69
3.2.1	Obtenção dos insetos.....	69
3.2.1.1	Criação de <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae).....	69
3.2.1.2	Criação das linhagens de <i>T. pretiosum</i> .....	69
3.2.2	Capacidade de dispersão de <i>T. pretiosum</i> em couve e repolho.....	70
3.2.3	Procedimentos estatísticos.....	72
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
	REFERÊNCIAS.....	77
	<b>CAPÍTULO 4 - SELETIVIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NO CULTIVO DE BRÁSSICAS A ADULTOS DE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE).....</b>	<b>80</b>
4.1	INTRODUÇÃO.....	82

4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	83
4.2.1	População de <i>T. pretiosum</i> .....	83
4.2.2	Condução do experimento de contato tarsal.....	83
4.2.3	Condução do experimento de efeito subletal.....	88
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
	REFERÊNCIAS.....	110
	<b>CAPÍTULO 5 - LIBERAÇÃO DE <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) PARA MANEJO DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA EM REPOLHO EM ÉPOCAS DE CULTIVO.....</b>	<b>115</b>
5.1	INTRODUÇÃO.....	117
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	118
5.2.1	Obtenção dos insetos.....	118
5.2.1.1	Criação de <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae).....	118
5.2.1.2	Obtenção da linhagem de <i>Trichogramma pretiosum</i> .....	118
5.2.1.3	Criação da linhagem de <i>T. pretiosum</i> .....	119
5.2.2	Descrição da área de produção comercial de repolho.....	119
5.2.3	Cartelas de liberação.....	121
5.2.4	Implantação e condução dos ensaios de campo com <i>T. pretiosum</i> em repolho.....	121
5.2.5	Análise dos ensaios de campo com <i>T. pretiosum</i> em repolho.....	122
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	123
	REFERÊNCIAS.....	132
	<b>CAPÍTULO 6 - CUSTO E RENTABILIDADE DO CONTROLE BIOLÓGICO DE <i>Plutella xylostella</i> L. (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) UTILIZANDO <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) NO CULTIVO DE COUVE e REPOLHO.....</b>	<b>135</b>
6.1	INTRODUÇÃO.....	137
6.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	138
6.2.1	Obtenção dos insetos.....	138
6.2.1.1	Obtenção da linhagem de <i>Trichogramma pretiosum</i> .....	138
6.2.1.2	Criação de <i>T. pretiosum</i> .....	138
6.2.2	Descrição da área .....	139
6.2.3	Liberação de <i>T. pretiosum</i> .....	140
6.2.4	Coleta de dados.....	141
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	142
	REFERÊNCIAS.....	163
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>165</b>
	<b>REFERÊNCIAS (da introdução geral) .....</b>	<b>167</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

As brássicas são o alimento básico em muitas partes do mundo e estão entre as 10 culturas de maior importância econômica, fornecem 14% do biocombustível e é a terceira fonte de óleo comestível depois da soja e da palma (FAO - FAOSTAT, 2019). A produção mundial de brássicas para o consumo humano foi de aproximadamente 93 milhões toneladas, sendo 71,4 milhões de toneladas correspondentes à produção de couves e outras brássicas e 22,3 milhões de toneladas correspondentes a couve-flor e brócolis totalizando 3,7 milhões de hectares cultivados (FAO - FAOSTAT, 2019). No Brasil, no ano de 2017, segundo o CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo), foram comercializadas 93,1 mil toneladas de couve, brócolis, couve-flor e repolho, totalizando uma receita em torno de R\$ 177,7 milhões de reais. As brássicas são classificadas como importante componente de uma dieta humana saudável, devido aos altos níveis de nutrientes e fitoquímicos (FRANCISCO et al., 2017). São uma fonte valiosa de fibra dietética, vitamina A, C e vitaminas B como a Tiamina e Niacina, cálcio, ferro, fósforo e bioflavonoides, glucosinolatos (compostos anticancerígenos), sendo caracterizadas como “super alimento” (JEON, et al., 2018).

Durante o cultivo, a infestação de insetos-praga é responsável por cerca de 40% de perdas na produção de brássicas. Estima-se que anualmente sejam gastos entre 4 e 5 bilhões de dólares na tentativa de manejo da principal praga de brássicas, a *Plutella xylostella*, L. (Lepidoptera: Plutellidae). As perdas provocadas por essa praga podem chegar a 100%, enquanto que os custos com manejo podem representar 50% dos custos de produção (ZALUCKI et al., 2012). O manejo da *P. xylostella* é realizado, principalmente, com pulverizações de inseticidas sintéticos, no entanto, este tipo de manejo tem se mostrado ineficiente, quando utilizado de forma isolada, uma vez que há rápida seleção de populações resistentes, a partir de poucas gerações de *P. xylostella*, devido ao caráter de resistência apresentar-se como dominante (LIAO, 2019). Atualmente, tem-se registro de populações de *P. xylostella* resistentes a 95 inseticidas, sendo classificada como uma das pragas mais importantes para o cultivo de brássicas (IRAC, 2021).

Nesse contexto, buscar por ferramentas que sejam capazes de entregar resultados eficazes no manejo de lepidópteros-praga é de extrema importância, não só pelo aspecto produtivo, mas pela necessidade de minimizar as contaminações de

solo, água, trabalhadores e produto final, que ocorrem na produção de hortaliças. O controle biológico de lepidópteros-praga utilizando parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma*, tem sido bastante estudado e utilizado, e, quando bem aplicado, a liberação de *Trichogramma*, pode apresentar eficácia superior a 80% no manejo de ovos de lepidópteros, sendo uma estratégia que interrompe o desenvolvimento da praga antes mesmo do dano ocorrer, uma vez que os ovos não chegam a eclodir. Tal característica justifica o fato de o *Trichogramma* ser o agente de controle biológico mais utilizado em programas de controle biológico no mundo (VAN LENTEREN, 2018). Até o momento foram identificadas cerca de 241 espécies de *Trichogramma* no mundo e no Brasil foram registradas 25 espécies, sendo o *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a mais comumente encontrada (NOYES, 2021).

Apesar dos diversos exemplos de sucesso no emprego de *Trichogramma* spp. em programas de controle biológico, a seleção de linhagens é indispensável, pois as características como capacidade de parasitismo, voo e forrageamento podem mudar de uma espécie/linhagem para a outra. O momento, a frequência de liberação e número ideal, além dos múltiplos fatores que afetam a liberação, como clima, cultura, hospedeiro, predação, produtos fitossanitários e dispersão variam conforme a espécie/linhagem, além do cenário de utilização que compõem os parâmetros de seleção. Fatores qualitativos como capacidade de parasitismo e razão sexual também são importantes na escolha de uma linhagem de parasitoides, influenciando diretamente no resultado das liberações.

Desta forma, objetivou-se selecionar linhagens de *T. pretiosum* aptas para utilização no manejo biológico de pragas no cultivo de brássicas. Para tanto, esta tese foi dividida em seis capítulos em que objetivou-se selecionar linhagens de *T. pretiosum* aptas para utilização no manejo biológico de pragas no cultivo de brássicas. Pelo exposto, esta tese foi dividida em seis capítulos que avaliaram as exigências térmicas, seleção de linhagens, capacidade de dispersão, seletividade de produtos fitossanitários e liberação de *T. pretiosum*. Bem como o custo e rentabilidade do manejo biológico empregando este agente de controle em cultivos de couve e repolho.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle biológico de lepidópteros-praga no cultivo de brássicas, utilizando o parasitoide de ovos *T. pretiosum* é uma alternativa eficaz e com baixo custo, além disso, garante a rentabilidade da atividade. No entanto, coletar e selecionar linhagens que atendam às necessidades representa um fator importante para o sucesso do controle. A partir de experimentos em laboratório e em campo, estabeleceu-se a temperatura ideal para a multiplicação massal das linhagens coletadas, que varia de acordo com a linhagem, no entanto, temperaturas constantes de 36°C reduzem a longevidade, parasitismo e número de fêmeas de *T. pretiosum*. Dentre as linhagens coletadas, a 'SB I' apresenta maior adaptabilidade à variação de temperatura, podendo ser utilizada em ambientes de cultivo distintos.

Características como capacidade de parasitismo, capacidade de voo e razão sexual são parâmetros importantes na escolha de uma linhagem, pois influenciam na eficácia de parasitismo em campo. Algumas dessas características podem sofrer influência de bactérias endossimbiontes que interferem nos parâmetros de qualidade das linhagens de *T. pretiosum*, podendo proporcionar maior porcentagem de fêmeas e atuar na nutrição e proteção dos insetos. A linhagem 'Folhas da terra', coletada em área de cultivo comercial de brássicas, foi a que apresentou melhor desempenho, quanto à capacidade de voo, maior proporção de fêmeas voadoras, número de fêmeas por ovos de *Chrysodeixis includens*, razão sexual superior a 80%, sendo selecionada para a condução dos experimentos em campo.

Além das características inerentes aos parasitoides, a cultura e sistema de cultivo devem ser estudados, bem como a capacidade de dispersão dos insetos. A capacidade de dispersão do agente de controle biológico determina o número de pontos que devem ser utilizados na cultura, para que haja eficiência no manejo. No cultivo de couve são necessários 123 pontos de liberação por hectare, para que haja dispersão suficiente do parasitoide no período de 24 horas na área de cultivo, enquanto que em cultivo de repolho são necessários 126 pontos.

Para a utilização do controle biológico de forma conjunta com o controle químico, a compatibilidade dos produtos deve ser testada, através de experimentos de seletividade. Todos os inseticidas testados não foram seletivos a *T. pretiosum*, exceto o produto comercial Agree® no teste de exposição tarsal. Outros produtos como fungicidas e adubos foliares podem exercer papel inseticida, sendo

observada compatibilidade apenas nos fungicidas Ranman<sup>®</sup>, Revus<sup>®</sup> e Cantus<sup>®</sup> e no foliar Botanix Terpex<sup>®</sup>.

A quantidade de fêmeas de *T. pretiosum* a serem liberadas varia conforme a cultura e características das pragas alvo. No cultivo de repolho, a liberação de 200 mil fêmeas de *T. pretiosum* por hectare foi eficiente no controle de *Plutella xylostella*, *Chrysodeixis includens* e *Hellula undalis*, tanto em período seco, como no período chuvoso, sendo capaz de reduzir à necessidade de pulverização a zero. Demonstrando que mesmo que em condições favoráveis para a multiplicação dos insetos-praga, a liberação inundativa de *T. pretiosum* proporciona controle eficaz.

O controle biológico das principais pragas no cultivo de brássicas através da liberação inundativa de *T. pretiosum* demonstrou ser economicamente viável. Utilizando-se 200 mil fêmeas de *T. pretiosum* no cultivo do repolho verde e repolho roxo, e 300 mil fêmeas por hectare, no cultivo de couve, foi possível reduzir em 100% a necessidade de pulverização de inseticidas químicos para o controle de *P. xylostella*, *C. includens* e *H. undalis*. Além disso, o uso do *T. pretiosum* no manejo das pragas apresentou baixo custo e elevada rentabilidade.

## REFERÊNCIAS

- CEAGESP, 2018. CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, 2018. Available at: <<http://www.ceagesp.gov.br/entrepósitos/serviços/cotações/#cotação>> Accessed on September 5, 2018.
- FAOSTAT (2019). [FAO Statistics database]. [online]. Available from Disponível em: <<http://faostat3.fao.org> [2015-03-01]> Acesso em: 18 de abril de 2021.
- FRANCISCO, M.; TORTOSA, M.; MARTÍNEZ-BALLESTA, M. del C.; VELASCO, P.; GARCÍA-VIGUERA, C.; MORENO, D.A. Nutritional and phytochemical value Brassica crops from the agri-food perspective. **Annals of Applied Biology**. v.170, Ed.2 Março de 2017 p.273-285 <https://doi.org/10.1111/aab.12318>
- IRAC-BR. Comitê Brasileiro de Ação à resistência a inseticidas. 2016. Available from: <http://www.irac-br.org/#!Traçadascrucíferas-consegue-detectar-a-presença-deinseticidas-na-planta/csfb/56e9a0390cf2d686649c7abd> [acessado em 16 de abril de 2021]
- JEON, J.; KIM, J. K.; KIM, H.R.; KIM, Y.J.; PARK, Y.J.; KIM, S. J.; KIM, C.; PARK, S.U. Transcriptome analysis and metabolic profiling of green and red kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) seedlings. **Food Chemistry** 241 (2018) 7–13 doi:10.1016/j.foodchem.2017.08.067
- LIAO, J.; XUE, Y.; XIAO, G.; XIE, M.; HUANG, S.; YOU, S.; YOU, M. Inheritance and fitness costs of resistance to *Bacillus thuringiensis* toxin Cry2Ad in laboratory strains of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). **Scientific reports**, 9(1), 1-8, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42559-2>
- NOYES, J.S. 2021. Universal Chalcidoidea Database. Electronic publication on the World Wide Web. Available at: <<http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>> Acesso em 10/04/2021.
- OS, N.; VARSHNEY, R. Utilization of Trichogrammatid Egg Parasitoid in Pest Management. **Acta Scientific Agriculture** (ISSN: 2581-365X), v. 2, n. 3, 2018.
- VAN LENTEREN, J. C., BOLCKMANS, K., KÖHL, J., RAVENSBERG, W. J., & URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, 63(1), 39-59. 2018. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4>
- ZALUCKI, M. P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; SHU-SHENG, L.; FURLONG, M. J. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera:Plutellidae): just how long is a piece of string? **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 105, n. 3, p. 1115-1129, 2012. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-060120-091620>