

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo será disponibilizado somente a partir de 12/12/2026

At the author's request, the full text will not be available online until December 12, 2026

ALESSANDRO BANDEIRA DALBIANCO

**SOBREVIVÊNCIA DE *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae) EM
DIFERENTES HOSPEDEIROS E O MANEJO COM *Trichogramma pretiosum*
Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) E INSETICIDAS**

Botucatu

2024

ALESSANDRO BANDEIRA DALBIANCO

**SOBREVIVÊNCIA DE *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae) EM
DIFERENTES HOSPEDEIROS E O MANEJO COM *Trichogramma pretiosum*
Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) E INSETICIDAS**

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

Botucatu

2024

D137s

Dalbianco, Alessandro Bandeira Dalbianco

SOBREVIVÊNCIA DE *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae) EM
DIFERENTES HOSPEDEIROS E O MANEJO COM *Trichogramma pretiosum*
Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) E INSETICIDAS /

Alessandro Bandeira Dalbianco Dalbianco. -- Botucatu, 2024

203 f. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de
Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientadora: Regiane Cristina de Oliveira

1. *Tuta absoluta* (MEYRICK) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE). 2.
Trichogramma pretiosum Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE). I.
Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO DA TESE: SOBREVIVÊNCIA DE *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS E O MANEJO COM *Trichogramma pretiosum* Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) E INSETICIDAS

AUTOR: ALESSANDRO BANDEIRA DALBIANCO


ORIENTADORA: REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Agronomia (Horticultura), pela Comissão Examinadora:


Prof.ª Dr.ª REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas UNESP

Documento assinado digitalmente
 REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA
Data: 13/12/2024 09:04:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


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

Documento assinado digitalmente
 DIRCEU PRATISSOLI
Data: 13/12/2024 08:44:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Pós-Doutorando DANIEL DE LIMA ALVAREZ (Participação Virtual)
Proteção Vegetal / Universidade Estadual Paulista UNESP

Documento assinado digitalmente
 DANIEL DE LIMA ALVAREZ
Data: 13/12/2024 15:00:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Pós-Doutoranda NADJA NARA PEREIRA DA SILVA (Participação Virtual)
Proteção Vegetal / Universidade Estadual Paulista UNESP

Documento assinado digitalmente
 NADJA NARA PEREIRA DA SILVA
Data: 13/12/2024 14:51:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. JOÃO PEDRO DE ANDRADE BOMFIM (Participação Virtual)
. / Destak RH

Documento assinado digitalmente
 JOAO PEDRO DE ANDRADE BOMFIM
Data: 13/12/2024 13:49:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Botucatu, 12 de dezembro de 2024

*Aos meus pais, Pedro e Leonira,
e minha esposa Nayani, pelo apoio,*

dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, a toda minha família e a minha namorada, pelo incentivo e carinho que sempre tiveram comigo.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Campus de Botucatu, especialmente ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Horticultura) pela oportunidade e apoio para realizar minha tese de doutorado.

À minha amiga, professora e orientadora Dra. Regiane Cristina de Oliveira, pela disponibilidade de orientação, por sua paciência, sendo um exemplo de profissional e ser humano, tenho muita admiração e gratidão pelos seus conselhos, que nunca mediu esforços para me ajudar em tudo o que precisei. Ao meu coorientador Dr. Sergio Roberto Benvenga, agradeço por sua disponibilidade, paciência e pronta ajuda em todos os momentos.

Ao meu amigo e orientador de mestrado Dr. Santino Seabra Júnior, pelos conselhos, suporte e companheirismo desde sempre.

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

A todos os meus amigos e colegas de laboratório do AGRIMIP, pela companhia durante os anos e pela ajuda nas atividades desenvolvidas, em especial ao Daniel de Lima Alvarez, Nadja Nara Pereira da Silva, Daniel Mariano Santos, Claudia Aparecida de Lima Toledo, Carolane da Silva, Pedro Passos, Anne Sun, João Pedro, Gabriel Lopes, Renato, Danny, Jéssica Muniz e Marina Olbrick Marabesi pelo suporte com os experimentos.

A todos os meus amigos de jornada, em especial ao Mauricio Antônio Bortoluzzi, Diego Fernando Daniel, Rodrigo Queirós, Fernando Dallarozza, João Hilário, Alexandre Bezerra dos Reis, Rafael Sbruzzi, Edivan Fagundes, Adalberto Santi, Antonio David Bortoluzzi e Willian Cruz pelos bons momentos, apoio e companheirismo. E, por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para que esta pesquisa fosse concretizada, meus sinceros agradecimentos.

“Todo cientista faz pesquisa, mas nem todo pesquisador faz ciência”.

VOLPATO, G. L. Em entrevista, professor Dr. Gilson Luiz Volpato afirma que, mais do que pleitear a regulamentação das profissões, é importante diferenciá-las. São Paulo: jornal em foco, 2018.

RESUMO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é a hortaliça-fruto mais cultivada globalmente. A traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) é a principal praga dessa cultura, podendo causar até 100% de prejuízo na produção. No Brasil, o controle da *T. absoluta* é frequentemente realizado por meio de múltiplas aplicações de inseticidas. No entanto, essa abordagem é considerada indesejável por motivos ambientais e econômicos. Além disso, há o risco de seleção de populações de *T. absoluta* resistentes aos inseticidas, o que torna o controle ainda mais desafiador. Com isso, este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento e resistência dos tipos antibiose, preferência para oviposição e alimentação em híbridos comerciais de tomate à *T. absoluta*, em testes com e sem chance de escolha, bem como avaliar seu desenvolvimento em diferentes espécies de plantas espontâneas que ocorrem em plantios de tomate, e a partir disso, analisar o efeito inseticida após aplicação de óleo essencial de plantas espontâneas em que a *T. absoluta* não se desenvolve. Também, objetivou avaliar a eficácia de parasitismo de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *T. absoluta* de populações coletadas de diferentes regiões, entre os anos de 2019 a 2023, visando implementar um manejo integrado para *T. absoluta* mais eficiente, assertivo e benéfico ao meio ambiente, e ainda, avaliar a eficácia de produtos fitossanitários empregados no controle de *T. absoluta* e a suscetibilidade de populações dessa praga, e avaliar a seletividade de diferentes inseticidas posicionados para o controle de *T. absoluta* na cultura do tomate sobre a fase adulta de *T. pretiosum*. Sendo assim, de acordo com os parâmetros biológicos avaliados, o híbrido Sweet Heaven impactou negativamente o ciclo de desenvolvimento de *T. absoluta*, enquanto o híbrido Cascade mostrou menor atratividade para oviposição. Também, na sequência do estudo, *T. absoluta* completou ciclo em três plantas espontâneas estudadas: *Ipomoea purpurea*, *Solanum capsicoides* e *Solanum americanum*, podendo ser consideradas plantas hospedeiras para a praga. O óleo essencial extraído da planta espontânea *Conyza bonariensis* foi eficiente para o controle de lagartas e ovos de *T. absoluta* nas concentrações de 0,01 a 0,3%. Dentre as quatro linhagens de *T. pretiosum* avaliadas, a linhagem 2 (Mogi Mirim, em tomate) apresentou o melhor desempenho biológico de parasitismo, estando mais adaptada ao hospedeiro e, conseqüentemente, mais compatível para ser utilizada em programas de controle biológico de *T. absoluta* na cultura do

tomateiro. Os produtos Vertimec 18 CE[®], Milbeknock[®], Intrepid[®], Avatar[®], Delegate[®], Tracer[®], Voliam Targo[®], Pirate[®], Cartap[®], Sperto[®], Agree[®], Dipel[®], Azamax[®], Glabraneeen[®], Minecto Pro[®], Matrine[®], Sanmite EW[®] e Ohkami[®] apresentaram eficácia de controle acima de 80% em populações de *T. absoluta*. Os produtos em que as populações de *T. absoluta* apresentaram maior suscetibilidade quando mantidas/criadas em laboratório foram Intrepid[®], Avatar[®], Verismo[®], Benevia[®], Voliam Targo[®], Cartap[®], Trebon[®], Lannate[®], Sperto[®], Tarik[®], VirControl S.F[®], Azamax[®], Minecto Pro[®] e Pirate[®]. Os inseticidas seletivos, em condições laboratoriais, para adultos de *Trichogramma pretiosum* e que podem ser recomendados em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura do tomateiro para o controle de *T. absoluta* são Hayate[®], Agree[®], Dipel[®], Xentari[®], Tarik[®], Bioexos[®], Verpavex[®], Spodovir[®], Verpavex[®]+Spodovir[®], Tuta Vir[®], BioBrev[®], Diplomata[®], VirControl C.i[®] e VirControl S.F[®] (Classe 1).

Palavras-chave: controle biológico; manejo integrado de pragas; parasitoides; *Solanum lycopersicum*; traça-do-tomateiro.

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is the most widely cultivated fruit vegetable worldwide. The tomato moth, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), is the primary pest of this crop and can cause up to 100% loss in production. In Brazil, *T. absoluta* is often controlled through multiple insecticide applications. However, this approach is undesirable for environmental and economic reasons. Additionally, there is a risk of selecting insecticide-resistant *T. absoluta* populations, which makes control even more challenging. Thus, this study aimed to evaluate the development and resistance of antibiosis types, preference for oviposition and feeding in commercial tomato hybrids to *T. absoluta* in tests with and without choice. The study also assessed their development in different species of spontaneous plants that occur in tomato plantations and analyzed the insecticidal effect after application of essential oil of spontaneous plants in which *T. absoluta* does not develop. Furthermore, we evaluated the efficacy of parasitism by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) strains on *T. absoluta* eggs from populations collected from different regions between 2019 and 2023, aiming to implement a more efficient and assertive integrated management for *T. absoluta* that does not harm the environment. Additionally, this study aimed to assess the efficacy of phytosanitary products used to control *T. absoluta* and the susceptibility of populations to this pest, and to determine the selectivity of different insecticides positioned to control *T. absoluta* in tomato crops on the adult stage of *T. pretiosum*. According to the biological parameters evaluated, the Sweet Heaven hybrid negatively impacted the development cycle of *T. absoluta*, while the Cascade hybrid showed reduced oviposition attractiveness. *T. absoluta* completed its cycle in three spontaneous plants studied: *Ipomoea purpurea*, *Solanum capsicoides*, and *Solanum americanum*, which can be considered host plants for the pest. The essential oil extracted from the spontaneous plant *Conyza bonariensis* was effective in controlling *T. absoluta* caterpillars and eggs at concentrations of 0.01 to 0.3%. Among the four *T. pretiosum* strains evaluated, strain 2 (Mogi Mirim, in tomato) showed the best biological parasitism performance, being more adapted to the host and, consequently, more compatible for use in biological control programs of *T. absoluta* in tomato crops. The products Vertimec 18 CE[®], Milbeknock[®], Intrepid[®], Avatar[®], Delegate[®], Tracer[®], Voliam Targo[®], Pirate[®], Cartap[®], Sperto[®], Agree[®], Dipel[®], Azamax[®], Glabranen[®], Minecto Pro[®], Matrine[®], Sanmite EW[®], and Ohkami[®] showed

control efficacy above 80% in *T. absoluta* populations. The products to which *T. absoluta* populations showed greater susceptibility when maintained/reared in the laboratory were Intrepid[®], Avatar[®], Verismo[®], Benevia[®], Voliam Targo[®], Cartap[®], Trebon[®], Lannate[®], Sperto[®], Tarik[®], VirControl S.F[®], Azamax[®], Minecto Pro[®], and Pirate[®]. Selective insecticides, under laboratory conditions, for *Trichogramma pretiosum* adults and that can be recommended in Integrated Pest Management (IPM) programs in tomato crops to control *T. absoluta* are Hayate[®], Agree[®], Dipel[®], Xentari[®], Tarik[®], Bioexos[®], Verpavex[®], Spodovir[®], Verpavex[®]+Spodovir[®], Tuta Vir[®], BioBrev[®], Diplomata[®], VirControl C.i[®], and VirControl S.F[®] (Class 1).

Keywords: biological control; integrated pest management; parasitoids; *Solanum lycopersicum*; tomato leafminer.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	19
CAPÍTULO 1 - DESENVOLVIMENTO DE <i>Tuta absoluta</i> (MEYRICK) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EM GENÓTIPOS DE TOMATE.....	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
1.1 INTRODUÇÃO.....	25
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
1.2.1 Testes de preferência para oviposição de <i>Tuta absoluta</i> , com e sem chance de escolha.....	28
1.2.2 Testes de preferência para alimentação de <i>Tuta absoluta</i> , com e sem chance de escolha.....	29
1.2.3 Teste de antibiose.....	30
1.2.4 Análise estatística.....	30
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
1.3.1 Testes de preferência para oviposição de <i>Tuta absoluta</i> , com e sem chance de escolha.....	31
1.3.2 Testes de preferência para alimentação de <i>Tuta absoluta</i> , com e sem chance de escolha.....	34
1.3.3 Teste de antibiose.....	38
1.4 CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS.....	47
CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO DE <i>Tuta absoluta</i> (MEYRICK) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EM ESPÉCIES DE PLANTAS ESPONTÂNEAS.....	51
RESUMO.....	51
ABSTRACT.....	52
2.1 INTRODUÇÃO.....	53
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
2.2.1 Local e instalações da pesquisa.....	55
2.2.2 Criação e manutenção de <i>Tuta absoluta</i> em laboratório.....	55

2.2.3	Desenvolvimento de <i>Tuta absoluta</i> em espécies de plantas espontâneas.....	56
2.2.3.1	Testes de preferência para oviposição de <i>Tuta absoluta</i> , com e sem chance de escolha.....	57
2.2.3.2	Testes de preferência para alimentação de <i>Tuta absoluta</i> , com e sem chance de escolha.....	68
2.2.3.3	Teste de antibiose.....	73
2.2.4	Efeito inseticida de óleo essencial extraído de <i>Conyza bonariensis</i> L. sobre <i>Tuta absoluta</i>	60
2.2.4.1	Bioensaio de ação ovicida em ovos de <i>Tuta absoluta</i>	61
2.2.4.2	Bioensaio de controle de lagartas de <i>Tuta absoluta</i>	63
2.2.5	Análise estatística.....	64
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
2.3.1	Testes de preferência para oviposição de <i>Tuta absoluta</i> , com e sem chance de escolha.....	64
2.3.2	Testes de preferência para alimentação de <i>Tuta absoluta</i> , com e sem chance de escolha.....	68
2.3.3	Teste de antibiose.....	73
2.3.4	Efeito inseticida de óleo essencial extraído de <i>Conyza bonariensis</i> L. sobre <i>Tuta absoluta</i>	77
2.3.4.1	Bioensaio de ação ovicida em ovos de <i>Tuta absoluta</i>	77
2.3.4.2	Bioensaio de controle de lagartas de <i>Tuta absoluta</i>	78
2.4	CONCLUSÕES.....	82
	REFERÊNCIAS.....	83
	CAPÍTULO 3 – DESEMPENHO DE LINHAGENS DE <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE <i>Tuta absoluta</i> (MEYRICK) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)	89
	RESUMO.....	89
	ABSTRACT.....	90
3.1	INTRODUÇÃO.....	91
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	93

3.2.1	Local da pesquisa.....	93
3.2.2	Coleta, criação e manutenção de <i>Tuta absoluta</i> em laboratório.....	93
3.2.3	Coleta, criação e manutenção das linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i>	94
3.2.4	Seleção de linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> para o controle de <i>Tuta absoluta</i>	95
3.2.5	Análise estatística.....	97
3.2.6	Amostragem, extração de DNA e detecção de endossimbiontes via reação polimerase em cadeia (PCR) em populações de <i>Tuta absoluta</i>	97
3.2.6.1	Extração de DNA genômico.....	97
3.2.6.2	Reação de PCR.....	98
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	100
3.3.1	Seleção de linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> para o controle de <i>Tuta absoluta</i>	100
3.3.2	Detecção de endossimbiontes via reação polimerase em cadeia (PCR) em populações de <i>Tuta absoluta</i>	112
3.4	CONCLUSÕES.....	116
	REFERÊNCIAS.....	117
	CAPÍTULO 4 - EFICÁCIA DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS PARA O MANEJO DE <i>Tuta absoluta</i> (MEYRICK) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EM UM PERÍODO DE CINCO ANOS.....	124
	RESUMO.....	124
	ABSTRACT.....	125
4.1	INTRODUÇÃO	126
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	127
4.2.1	Local e instalações da pesquisa.....	127
4.2.2	Coleta, criação e manutenção de <i>Tuta absoluta</i> em laboratório	128
4.2.3	Bioensaio laboratorial para avaliar a eficácia de produtos fitossanitários em lagartas de <i>Tuta absoluta</i>	129
4.2.4	Análise estatística.....	133
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	133
4.4	CONCLUSÕES.....	152

	REFERÊNCIAS.....	153
	CAPÍTULO 5 - SELETIVIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NO MANEJO DE <i>Tuta absoluta</i> (MEYRICK) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) A ADULTOS DE <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)	159
	RESUMO.....	159
	ABSTRACT.....	160
5.1	INTRODUÇÃO.....	161
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	163
5.2.1	Local e instalações da pesquisa.....	163
5.2.2	Obtenção e criação de <i>Trichogramma pretiosum</i>	163
5.2.3	Condução do experimento.....	163
5.2.4	Análise estatística.....	169
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	169
5.4	CONCLUSÕES.....	186
	REFERÊNCIAS.....	187
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	192
	REFERÊNCIAS.....	193

INTRODUÇÃO GERAL

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pertencente à família Solanaceae, é uma hortaliça-fruto altamente consumida e cultivada em todo o mundo (Souza; Castillo, 2023). Além da popularidade como ingrediente culinário, o tomate desempenha um papel crucial na economia global devido à grande importância econômica, impulsionando a expansão da produção em várias regiões (Dalbianco *et al.*, 2022; Souza; Castillo, 2023). A produção de tomate obteve elevação significativa entre os anos de 2001 e 2010, aumentando de 3,1 milhões de toneladas anualmente para 3,6 milhões, quando a capacidade média de produtividade se elevou de 53,98 t ha⁻¹ em 2001 para 60,74 t ha⁻¹ em 2010. Em 2011 a produção avançou para 4,12 milhões de toneladas com área plantada de 66.170 ha (IBGE, 2011). Segundo o IBGE (2021), 3.956.559 toneladas de tomate foram produzidas em 2020, refletindo a expansão da demanda interna.

A praga com maior potencial de causar prejuízos na cultura do tomate é a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Yarou *et al.*, 2018), que se introduziu no Chile, Peru, Uruguai, Argentina, Paraguai, Bolívia, Venezuela e Colômbia no fim da década de 1970 (Vargas, 1970). No Brasil, o primeiro registro de *T. absoluta* houve em 1979 (Muszinski *et al.*, 1982) e, na Europa, a entrada ocorreu em Valência, no ano de 2007 na Espanha, o que gerou sérios problemas aos produtores de tomate (Vieira, 2016). A praga pode ocasionar perdas de até 100% na produção do tomate (Bacci *et al.*, 2021). As lagartas são minadoras e iniciam a alimentação nas folhas, podendo também broquear ponteiros, ramos e frutos (Bacci *et al.*, 2021). Tradicionalmente, o manejo é realizado com aplicações sucessivas de inseticidas sintéticos, mas o uso contínuo destes produtos é indesejável por vários motivos, dentre os quais pode-se citar a seleção de populações resistentes da praga, a ocorrência de desequilíbrios biológicos, os efeitos prejudiciais ao homem, inimigos naturais, peixes e outros animais, além de aumentar o custo de produção (Dominguez *et al.*, 2016).

Atualmente, os principais grupos químicos de inseticidas utilizados para o controle de *T. absoluta* são organofosforados, piretroides, neonicotinoides, espinosinas, carbamatos e avermectinas (Bacci *et al.*, 2021; Gavara *et al.*, 2023; Gharekhani; Salehi; Shirazi, 2024). A dificuldade do manejo da traça-do-tomateiro ocorre muitas vezes pelo posicionamento técnico de produtos fitossanitários, em que

o inseto-praga resistente é selecionado ao princípio ativo diminuindo a eficácia. Outro problema, é que em cultivos sucessivos de tomate, no período entre safras, mesmo com a destruição dos restos culturais, a traça-do-tomateiro mantém o ciclo, alojadas em plantas hospedeiras, onde se tem poucas informações e estudos referentes sobre quais plantas hospedeiras podem abrigar este inseto-praga, sendo que para a cultura do tomate não possui um vazio sanitário definido (Campos *et al.*, 2017). Tem-se ainda, a necessidade de pesquisas frente a quais híbridos de tomate e plantas espontâneas podem ser mais, ou menos suscetíveis ao desenvolvimento da traça-do-tomateiro, e frente aos resultados, poder estabelecer estratégias eficientes de controle.

Existe várias possibilidades de manejo para a traça-do-tomateiro, especialmente o químico, que é o mais empregado (Ballal *et al.*, 2016). O controle biológico e o cultural também são relevantes. No controle químico é recomendado utilizar os produtos mais seletivos, em rotação de grupos químicos e realizar um planejamento regional de controle para impedir a evolução de resistência aos inseticidas (Junior, 2019). O controle biológico para *T. absoluta* é realizado através do uso do parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em liberações massais semanais em associação com aplicações do entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* Berliner (Hassan, 1989; Hassan, 1993; Ballal *et al.*, 2016). Assim, a identificação de linhagens de *T. pretiosum* mais eficientes para o controle da praga é necessário para o sucesso da tática de manejo.

O uso de *T. pretiosum* em tomate no Brasil tem ganhado destaque como uma estratégia eficaz de controle biológico de pragas, especialmente na cultura do tomateiro. Esse aumento é impulsionado pela busca por práticas agrícolas mais sustentáveis e pela necessidade de reduzir o uso de inseticidas químicos, que podem levar ao desenvolvimento de resistência das pragas, além de impactos ambientais e riscos à saúde humana. O panorama atual indica que o uso de *Trichogramma* continuará a crescer, especialmente com a intensificação dos programas de manejo integrado de pragas (MIP). A pesquisa e o desenvolvimento de novas técnicas de liberação e monitoramento, juntamente com o melhoramento genético das linhagens de *Trichogramma*, têm o potencial de aumentar ainda mais a eficácia e a viabilidade econômica dessa prática (Pratissoli; Bueno; Carvalho, 2019; Parra *et al.*, 2021; Gavara *et al.*, 2023; Gharekhani; Salehi; Shirazi, 2024).

No entanto, para maximizar a eficácia dessa estratégia, é imperativo realizar estudos aprofundados que avaliem a eficiência e adaptação do *T. pretiosum* em

diferentes condições agrícolas e ambientais. Tais pesquisas devem considerar fatores como a seletividade dos produtos fitossanitários utilizados no cultivo, garantindo que não prejudiquem os parasitoides. Além disso, o desenvolvimento e a seleção de linhagens de *T. pretiosum* com características específicas, como maior resistência a condições adversas ou melhor adaptação a diferentes ambientes, são aspectos fundamentais para o sucesso do controle biológico. Atualmente, os estudos nessa área têm avançado, mas ainda há um caminho a ser percorrido para otimizar o uso de *T. pretiosum* no combate à *T. absoluta*. A integração de pesquisas sobre seletividade de produtos fitossanitários e o aprimoramento das linhagens de parasitoides são passos cruciais para desenvolver programas de controle biológico mais eficazes e específicos para o cultivo de tomate.

A identificação de endossimbiontes em populações de *T. absoluta* também é uma área de estudo crucial, dado que a relação entre insetos e endossimbiontes pode ter impactos significativos, tanto positivos quanto negativos, especialmente no contexto de resistência a patógenos e eficiência de controle biológico. Em interações benéficas, esses endossimbiontes desempenham papéis fundamentais, como a melhoria da nutrição ao otimizar a utilização de dietas deficientes, o aumento da fecundidade, e a proteção do hospedeiro contra infecções e estresses ambientais (Nedoluzhko, 2017; Mehrkhou *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2022; Bi *et al.*, 2023).

A presença de endossimbiontes também pode influenciar a suscetibilidade dos insetos a inseticidas, o que é relevante para o MIP. Embora muitas dessas interações ainda sejam pouco compreendidas, estima-se que cerca de 70% dos insetos mantenham relações simbióticas com microrganismos intracelulares. Esta complexidade biológica e ecológica sublinha a importância dos endossimbiontes não apenas na sobrevivência dos insetos, mas também na adaptação e evolução, o que pode ter implicações diretas para estratégias de controle de pragas (Nedoluzhko, 2017; Mehrkhou *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2022; Bi *et al.*, 2023).

Tuta absoluta se beneficia significativamente das perturbações ambientais causadas pelo uso inadequado de inseticidas. Embora esses produtos químicos possam reduzir drasticamente a população da traça-do-tomateiro em curto prazo, eles também erradicam os inimigos naturais presentes no ecossistema. Como resultado, as populações de *T. absoluta* frequentemente se restabelecem rapidamente e atingem densidades ainda maiores, criando um ciclo de dependência dos inseticidas para os agricultores. Essa dependência é agravada pela evolução da resistência aos

inseticidas, que leva os agricultores a aplicar doses mais altas ou a recorrer a diferentes princípios ativos. Esse ciclo de uso intensivo e variado de inseticidas, não só piora o problema como também pode tornar o manejo da praga economicamente inviável e ambientalmente insustentável (Roditakis *et al.*, 2018).

A resistência a inseticidas nas populações de insetos é um fenômeno mantido principalmente pela pressão de seleção imposta pela aplicação contínua desses produtos. Quando os inseticidas são utilizados de forma intensiva, os indivíduos com características genéticas que conferem resistência têm maior probabilidade de sobreviver e se reproduzir, aumentando a frequência dos genes resistentes na população. Contudo, se a pressão seletiva dos inseticidas for removida ou reduzida, é possível que essa resistência diminua ao longo do tempo. Essa perda de resistência ocorre porque a presença de genes resistentes geralmente impõe um custo adaptativo aos insetos, como menor eficiência reprodutiva ou menor capacidade de competir por recursos, quando comparados aos indivíduos suscetíveis. Em um ambiente sem a pressão dos inseticidas, esses custos podem dar uma vantagem competitiva aos insetos suscetíveis, permitindo que eles se tornem predominantes na população novamente. No entanto, a reversão da resistência não é garantida e depende de vários fatores, como o tipo específico de resistência, o histórico de uso de inseticidas, a dinâmica populacional e as condições ambientais. Além disso, em alguns casos, a resistência pode ser mantida em níveis baixos dentro da população, prontos para ressurgir se a pressão seletiva for reintroduzida (Leong *et al.*, 2019; Navarro-Roldán *et al.*, 2020; Ranganathan; Narayanan; Kumarasamy, 2022; Kinareikina; Silivanova, 2023; Pereira *et al.*, 2023).

Assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento durante todo o ciclo da traça-do-tomateiro em diferentes híbridos de tomate e em espécies espontâneas; investigar princípios ativos de produtos comerciais e os respectivos efeitos no controle de *T. absoluta* em testes laboratoriais; avaliar a capacidade de parasitismo de linhagens de *T. pretiosum* em ovos de diferentes populações de *T. absoluta* e identificar a presença de endossimbiontes nestas populações. Também, objetivou-se avaliar a eficácia de produtos fitossanitários empregados no controle de *T. absoluta* e a suscetibilidade de populações dessa praga, mantidas em condições laboratoriais, e por fim, avaliar a seletividade de diferentes inseticidas posicionados para o controle de *T. absoluta* na cultura do tomate sobre a fase adulta de *T. pretiosum*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos nos parâmetros biológicos avaliados, esta pesquisa fornece contribuições valiosas para o entendimento das interações entre diferentes genótipos de tomate, plantas espontâneas, e o parasitoide *Trichogramma pretiosum* em relação à *Tuta absoluta*. O híbrido Sweet Heaven demonstrou impacto negativo no ciclo de desenvolvimento da praga, enquanto o híbrido Cascade revelou menor atratividade para oviposição, apontando para possíveis estratégias de manejo integrado. A observação de sobrevivência larval e pupal, atratividade para oviposição, e maior área foliar consumida por *T. absoluta* em espécies de plantas espontâneas destaca a importância dessas plantas como potenciais hospedeiras, funcionando como pontes-verde durante a entressafra do cultivo de tomate. Por outro lado, a identificação do efeito deletério em *T. absoluta* por algumas espécies, como *C. benghalensis*, *A. viridis*, *B. pilosa*, *R. brasiliensis*, *C. echinatus*, e *C. bonariensis*, sugere possíveis estratégias de manejo baseadas nessas plantas. A eficácia do óleo essencial extraído de *C. bonariensis* contra ovos e lagartas de *T. absoluta* destaca uma abordagem promissora para o controle da praga, abrindo caminho para futuras investigações sobre a viabilidade prática dessa alternativa. Além disso, a seleção da linhagem L2 de *T. pretiosum* como a mais eficiente em termos de características biológicas para o parasitismo de ovos de *T. absoluta* é uma descoberta crucial para potenciais estratégias de controle biológico. A presença dos endossimbiontes *Arsenophonus* e *Serratia* nas populações de *T. absoluta* ao longo de diferentes anos aponta para a estabilidade desses microorganismos na praga, destacando a importância de considerar esses fatores na implementação de estratégias de manejo a longo prazo. Esses achados consolidam a compreensão das dinâmicas complexas envolvendo genótipos de tomate, plantas espontâneas, *T. absoluta* e *T. pretiosum*, fornecendo uma base sólida para futuras pesquisas e implementação de práticas sustentáveis de controle de pragas. Além disso, é essencial identificar quais produtos fitossanitários são mais eficazes no controle de *T. absoluta* e, ao mesmo tempo, apresentam maior seletividade para não comprometer o parasitismo de *T. pretiosum*. A escolha de produtos que mantenham essa seletividade é fundamental para assegurar o equilíbrio entre o controle da praga e a preservação dos agentes de controle biológico, promovendo uma estratégia integrada de manejo sustentável.

REFERÊNCIAS

- BACCI, L. *et al.* The seasonal dynamic of *Tuta absoluta* in *Solanum lycopersicon* cultivation: Contributions of climate, plant phenology, and insecticide spraying. **Pest Management Science**, v. 77, n. 7, p. 3187-3197, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.6356>.
- BALLAL, C. R. *et al.* The new invasive pest *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) in India and its natural enemies along with evaluation of *Trichogrammatids* for its biological control. **Current Science**, v. 110, n. 11, p. 2155-2159, 2016. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24908148>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- BI, S. *et al.* Bacterial Communities of the Internal Reproductive and Digestive Tracts of Virgin and Mated *Tuta absoluta*. **Insects**, v. 14, n. 10, p. 779, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects14100779>.
- CAMPOS, M. R. *et al.* From the Western Palaearctic region to beyond: *Tuta absoluta* 10 years after invading Europe. **Journal of Pest Science**, v. 90, n. 3, p. 787-796, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0867-7>.
- DALBIANCO, A. B. *et al.* Production costs of creeping fresh market tomatoes in different soil covers. **Comunicata Scientiae**, v. 13, p. e3884, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14295/CS.v13.3884>.
- DOMINGUEZ, A. *et al.* Synthesis, Functional Assays, Electrophysiological Activity, and Field Tests of Pheromone Antagonists of the Tomato Leafminer, *Tuta absoluta*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 18, p. 3523-3532, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b00674>.
- GAVARA, J. *et al.* Evaluation and Selection of New *Trichogramma* spp. as Biological Control Agents of the Guatemalan Potato Moth (*Tecia solanivora*) in Europe. **Insects**, v. 14, n. 8, p. 679, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects14080679>.
- GHAREKHANI, G.; SALEHI, F.; SHIRAZI, J. Influence of fertilized tomato plant cultivars on demography and population projection of *Trichogramma principium* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 59, n. 2, p. 127-143, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13355-024-00862-z>.
- HASSAN, S. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. **Pesticide Science**, v. 37, n. 1, p. 387- 391, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.2780370412>.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. INDICADORES IBGE: **levantamento sistemático da produção agrícola**: estatística da produção agrícola: janeiro 2021. Rio de Janeiro, 2021. 94 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=78>. Acesso em: 21 jan. 2023.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2011. 112 p. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201009.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

JUNIOR, J. C. L. Manejo integrado de pragas na cultura do tomate: uma estratégia para a redução do uso de agrotóxicos. **Extensão em Foco**, v. 7, n. 1, p. 6-22, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/extensao/article/view/2070/1008>. Acesso em: 19 jan. 2023.

KINAREIKINA, A.; SILIVANOVA, E. Impact of Insecticides at Sublethal Concentrations on the Enzyme Activities in Adult *Musca domestica* L. **Toxics**, v. 11, n. 1, p. 47, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics11010047>.

LEONG, C-S. *et al.* Enzymatic and molecular characterization of insecticide resistance mechanisms in field populations of *Aedes aegypti* from Selangor, Malaysia. **Parasites & Vectors**, v. 12, n. 1, p. 1-17, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3472-1>.

MEHRKHOU, F. *et al.* Analysis of genetic variation in an important pest, *Tuta absoluta*, and its microbiota with a new bacterial endosymbiont. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 45, n. 1, p. 111-123, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3906/tar-2006-12>.

MUSZINSKI, T. *et al.* Constatação de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) (Gnorimoschema absoluta) (Lepidoptera: Gelechiidae), como praga do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), no litoral do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 11, n. 2, p. 291-292, 1982. DOI: <https://doi.org/10.37486/0301-8059.v11i2.290>.

NAVARRO-ROLDÁN, M. A. *et al.* Enzymatic detoxification strategies for neurotoxic insecticides in adults of three tortricid pests. **Bulletin of Entomological Research**, v. 110, n. 1, p. 144-154, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485319000415>.

NEDOLUZHKO, A. V. *et al.* Microorganisms associated with microscopic insects *Megaphragma amalphitanum* and *Scydosella musawasensis*. **Microbiology**, v. 86, n. 4, p. 533-535. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0026261717040099>.

PARRA, J. R. P. *et al.* Controle biológico: com parasitoides e predadores na agricultura brasileira. In: CARVALHO, A. *et al.* (ed.). **Seletividade de produtos fitossanitários: uma estratégia viável para a agricultura sustentável**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2021. cap. 18, p. 481-510.

PRATISSOLI, D.; BUENO, R. C. O. F.; CARVALHO, J. R. **Trichogramma da coleta a pesquisa aplicada**. Alegre, ES: UNICOPY, 2019. 211 p.

PEREIRA, D. L. *et al.* Recent assessment and characterization of *Tuta absoluta* resistance to cartap hydrochloride. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 193, p. 105420, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105420>.

RANGANATHAN, M.; NARAYANAN, M.; KUMARASAMY, S. Importance of metabolic enzymes and their role in insecticide resistance. *In: New and future development in biopesticide research: Biotechnological exploration*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 243-260.

RODITAKIS, E. *et al.* A four-year survey on insecticide resistance and likelihood of chemical control failure for tomato leaf miner *Tuta absoluta* in the European/Asian region. **Journal of Pest Science**, v. 91, n. 1, p. 421-435, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0900-x>.

SOUZA, P. H. M.; CASTILLO, R. Comercialização de produtos hortigranjeiros. **Caderno de Geografia**, v. 33, n. 72, p. 1-29, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2023v33n72p1>.

VARGAS, H. C. Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Idesia**, v. 1, n. 1, p. 75-110, 1970. Disponível em: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=LIBROS.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mfn=000109>. Acesso em: 13 jan. 2023.

VIEIRA, V. A traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) nas ilhas dos Açores (Lepidoptera: Gelechiidae). **SHILAP Revista de lepidopterologia**, v. 44, n. 176, p. 607-613, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/455/45549852009.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2023.

WANG, H. *et al.* Similar bacterial communities among different populations of a newly emerging invasive species, *Tuta absoluta* (Meyrick). **Insects**, v. 13, n. 3, p. 252, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13030252>.

YAROU, B. B. *et al.* Oviposition deterrent activity of basil plants and their essential oils against *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 30, p. 29880–29888, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9795-6>.