



MARCOS PAULO PACHECO

**SELETIVIDADE FISIOLÓGICA DE AGROQUÍMICOS
UTILIZADOS NA CULTURA DO TOMATEIRO PARA
Trichogramma pretiosum RILEY, 1879 (HYMENOPTERA:
TRICHOGRAMMATIDAE)**

LAVRAS-MG

2025

MARCOS PAULO PACHECO

**SELETIVIDADE FISIOLÓGICA DE AGROQUÍMICOS UTILIZADOS NA
CULTURA DO TOMATEIRO PARA *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

Monografia apresentada ao Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Prof. Dr. Geraldo Andrade de Carvalho
Orientador

M.Sc. Alice dos Reis Fortes
Coorientadora

LAVRAS – MG

2025

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente, a Deus e a Nossa Senhora por todas as bênçãos recebidas ao longo desta jornada acadêmica. Sou grato pela sabedoria, resiliência e determinação que me permitiram superar cada etapa deste curso.

Aos meus pais, Paulo Sebastião Pacheco e Leda Aparecida Pacheco, e ao meu irmão, Luis Guilherme Pacheco, meu profundo agradecimento por sempre me incentivarem a estudar, apoiarem minhas decisões e me guiarem com seus conselhos.

À minha namorada, Maria Eduarda Tavares Tardelli, pelo apoio incondicional durante os cinco anos de graduação. Sua presença tornou mais leves os momentos difíceis e transformou o período longe de casa em uma experiência mais prazerosa e acolhedora.

À minha avó, Maria Lenice Benevides de Oliveira, cuja doçura e amor sempre me inspiraram, e por ensinar, com seu exemplo, o valor e a beleza do campo.

Aos meus sogros, Rodrigo Tardelli e Chirlei Tavares, pelo constante apoio e incentivo ao longo dessa caminhada.

Aos amigos de curso, pela parceria, pelas risadas, pelo companheirismo e pela amizade que fizeram dessa jornada uma experiência inesquecível. Levarei cada momento compartilhado com vocês para o resto da vida.

Ao NECAF (Núcleo de Estudos em Cafeicultura), que me acolheu como uma verdadeira família em Lavras, proporcionando vivências enriquecedoras, amizades sólidas e um desenvolvimento pessoal e profissional que guardarei para sempre em meu coração.

À EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), pela oportunidade de realizar minha iniciação científica e pelos valiosos aprendizados que contribuíram para minha formação.

Ao LEMIP (Laboratório de Ecotoxicologia e Manejo Integrado de Pragas) e a todos os seus integrantes, pela oportunidade de vivenciar atividades práticas e desenvolver este trabalho de conclusão de curso, bem como pelas amizades construídas ao longo desse período.

Aos que contribuíram diretamente para o desenvolvimento deste projeto, em especial ao meu orientador, professor Dr. Geraldo Andrade de Carvalho, à minha coorientadora, Alice dos Reis Fortes, e aos amigos Nadiane França, Júnior e Fernando, pela orientação e apoio incansáveis.

À UFLA (Universidade Federal de Lavras), pelo acolhimento e por oferecer uma educação pública e de excelência, que marcou profundamente os cinco anos da minha graduação.

E, finalmente, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal, meu mais sincero agradecimento.

Muito obrigado!

RESUMO

A tomaticultura brasileira enfrenta significativas dificuldades no manejo fitossanitário, uma vez que é um cultivo altamente suscetível a diversas pragas e patógenos, os quais provocam danos e reduzem consideravelmente a produtividade. O principal método de controle utilizado é o químico, que envolve a aplicação de inseticidas e fungicidas sintéticos. No entanto, o uso do controle biológico tem aumentado, com o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* se destacando como um dos principais insumos macrobiológico utilizado nesse cultivo. No entanto, persistem dúvidas sobre a eficácia do controle biológico em ambientes onde se utiliza simultaneamente defensivos agrícolas, tanto isolados quanto em misturas. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a seletividade fisiológica de defensivos químicos (isolados e em misturas) para *T. pretiosum*. No experimento foram utilizados os inseticidas Oberon (Espiromesifeno) e Joiner (Isocloseram), o fungicida Dithane (Mancozebe) e as misturas Dithane+Joiner e Dithane+Oberon. Em todos os tratamentos, foi utilizada a dose máxima recomendada para o menor volume de calda indicado na bula para a cultura do tomate. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 30 repetições por tratamento, sendo que cada consistiu em uma fêmea de 24 horas de idade, acasalada. Foram investigadas diferentes vias de contaminação do parasitoide: I) Teste com alimento contaminado, no qual o parasitoide foi mantido por 72 horas em um tubo de ensaio contendo uma gota de solução de mel a 70%, contaminada com os tratamentos. II) Teste sobre as fases imaturas, em que os tratamentos foram aplicados nas fases de larva e pupa do parasitoide. III) Teste com hospedeiro contaminado, em que o parasitoide foi colocado em um tubo com uma cartela contendo ovos de *Ephesia kuehniella* contaminados pelos tratamentos. IV) Teste de superfície contaminada, no qual os parasitoides foram expostos a resíduos secos dos tratamentos por 24 horas. Em todos os testes, os efeitos dos tratamentos foram observados por três dias tanto na geração F0, quanto na geração F1. Os parâmetros analisados foram mortalidade, capacidade de parasitismo, viabilidade do parasitismo e razão sexual. Para os inseticidas e fungicidas em mistura foi determinado se houve efeito aditivo, antagônico ou sinergismo. Foi determinado a toxicidade dos tratamentos de acordo com os parâmetros estabelecidos pela *International Organisation for Biological Control* (IOBC). Os dados de mortalidade foram submetidos à análise de sobrevivência de Kaplan-Meier, enquanto os demais dados foram analisados utilizando modelos lineares generalizados. Para os efeitos letais, fêmeas expostas a ovos tratados para parasitismo, com Joiner e a mistura Dithane+Joiner tiveram alta mortalidade. De maneira semelhante, os insetos que se alimentaram dos tratamentos Joiner e Dithane + Joiner também exibiram índices de mortalidade elevados, com 100% de mortalidade. Para os efeitos subletais foi observado que, os ovos tratados com Joiner e a mistura Dithane + Joiner nas fases jovens do parasitoide ocasionou alta deformação nos insetos das gerações F0 e F1. Além disso, insetos que tiveram contato com ovos contaminados tiveram interferência de parasitismo em todos os tratamentos. De forma semelhante, insetos adultos que tiveram contato com superfície inerte tratadas com Joiner e Dithane + Joiner tiveram sua capacidade de parasitismo reduzidas significativamente. A mistura Dithane + Joiner apresentou efeito sinérgico em experimentos com ovos contaminados e na geração F1, enquanto a mistura de Dithane + Oberon demonstrou efeito antagônico sobre a fase imatura do parasitoide nos experimentos com alimento contaminado (F0 e F1). Com o dendrograma e o mapa de calor o grupo com maior toxicidade foi Joiner e Dithane + Joiner, sendo que os demais compostos foram considerados seletivos.

Palavras-chave: Parasitoide de ovos; Controle biológico; Seletividade; Manejo integrado de pragas; Tomaticultura.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	OBJETIVOS	5
2.1.	Objetivo geral.....	5
2.2.	Objetivos específicos.....	5
3.	HIPÓTESES	5
4.	REFERÊNCIAL TEÓRICO	6
4.1.	Cultura do tomateiro (<i>Solanum lycopersicum</i> , L. 1753).....	6
4.2.	Controle de pragas e doenças em cultivos de tomate	7
4.3.	<i>Trichogramma pretiosum</i>	8
4.4.	Seletividade de inseticidas e fungicidas para inimigos naturais.....	9
5.	METODOLOGIA.....	12
5.1.	Criação do <i>T. pretiosum</i>	12
5.2.	Agroquímicos	12
5.3.	Toxicidade de inseticidas, fungicidas e de suas misturas para fases imaturas de <i>T. pretiosum</i> 13	
5.4.	Toxicidade de inseticidas, fungicidas e de suas misturas para adultos de <i>T. pretiosum</i>	14
5.5.	Bioensaio de contato de <i>T. pretiosum</i> com superfície inerte contaminada por inseticidas, fungicida e suas misturas.....	15
5.6.	Efeito da alimentação contaminada por inseticidas, fungicidas e suas misturas para <i>T.</i> <i>pretiosum</i>	16
5.7.	Interação entre as misturas de inseticidas e fungicidas e sua ação em <i>T. pretiosum</i>	17
5.8.	Classificação de toxicidade dos inseticidas, fungicidas e suas misturas para <i>T. pretiosum</i> segundo a IOBC.....	18
5.9.	Análises estatísticas	18
6.	RESULTADOS	19
6.1.	Toxicidade de inseticidas, fungicida e de suas misturas para fases imaturas de <i>T. pretiosum</i> 19	
6.2.	Toxicidade de inseticidas, fungicida e de suas misturas para adultos de <i>T. pretiosum</i>	24
6.3.	Bioensaio de contato de <i>T. pretiosum</i> com superfície inerte contaminada com inseticidas, fungicidas e suas misturas	27
6.4.	Efeito da alimentação contaminada com inseticidas, fungicida e suas misturas para <i>T.</i> <i>pretiosum</i>	27
6.5.	Interação entre as misturas de inseticidas e fungicidas e sua ação em <i>T. pretiosum</i>	32
7.	DISCUSSÃO	34
8.	CONCLUSÃO.....	37
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é cultivado em todo o território brasileiro, sendo o Brasil um dos maiores produtores de tomate do mundo, com uma área de cultivo de 54,1 mil ha e uma produção de 3,8 milhões de toneladas (Conab, 2020; IBGE 2022; 2023). O tomate é uma cultura considerada de alto risco em virtude do seu alto custo de cultivo, alta instabilidade em preços de comércio e grande susceptibilidade à diversas pragas e doenças, tanto nas lavouras destinadas ao consumo *in natura*, como para indústria (Souza; Reis, 2003). Do total de despesas com custeio para a produção de tomate convencional, em média, 18% do custo é referente aos agrotóxicos (Conab, 2023). Das principais pragas que atacam a cultura do tomate, podemos destacar a *Pthorimaea absoluta* (Meyrick, 1917), por ser uma praga que danifica diversas partes da planta (Pratissoli; Parra, 2000) e a *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889), que além de se alimentar da seiva elaborada da planta, também é vetor do geminivírus.

O principal método de controle pragas em lavouras de tomateiros é o químico por meio de inseticidas (Guedes; Picanço, 2012), é comum uso de mais de um produto na mesma aplicação para aumento do espectro de controle, ação muito comum entre os produtores e que é regularizada pela portaria nº 148, de 26 de dezembro de 2017, que trata especificamente da liberação de misturas em tanque de produtos químicos e afins (Diário Oficial Da União, 2017). Contudo, uso de produtos com mecanismos de ação similares levou a um aumento na quantidade populações resistentes de *P. absoluta* nos últimos anos. O Brasil lidera casos de resistência para este inseto, com 39 dos 60 registrados mundialmente (Arthropoda Pesticida Resistente Database, 2025). Devido a essas aplicações desordenadas de pesticidas para o controle de pragas, pode ocorrer desequilíbrio biológico, que causa a eliminação de inimigos naturais nas lavouras (Moura; Guimarães; Carvalho, 2018).

Como alternativa ao uso abusivo de agroquímicos surgiu o Manejo Integrado de Pragas (MIP), que é um manejo de controle de pragas que utiliza diversos mecanismos e procura preservar e aumentar os agentes de controle natural das pragas pelo uso integrado dos seus métodos de controle com base em parâmetros técnicos, econômicos, ecológicos e sociológicos (Gallo *et al.* 2002; Parra *et al.* 2021). No MIP, o controle biológico por meio de predadores e parasitoides vem crescendo a cada dia para o controle de *P. absoluta* (Rubio *et al.* 2022). Os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* se destaca por sua facilidade de criação e sua eficiência no parasitismo de insetos-praga (Parra, 1997). Entretanto, há dificuldade na utilização desse parasitoide na tomaticultura devido ao uso intensivo de defensivos agrícolas (Moura; Guimarães; Carvalho, 2018), uma vez que esses insetos não conseguem sobreviver e

se manterem na área. Outro fator limitante, é a falta de estudos sobre efeitos de misturas em tanque na seletividade de inimigos naturais.

O *T. pretiosum* é um parasitoide de ovos amplamente utilizado no controle biológico de pragas agrícolas, especialmente lepidópteros (Parra *et. al*, 2021). Nativo das Américas, destaca-se pela eficiência no controle de espécies como *P. absoluta*. Sua criação massal e liberação estratégica têm contribuído para práticas agrícolas sustentáveis (Faria *et. al*, 2019; Fontes e Inglis, 2020).

Dessa forma, a presente pesquisa estudou a seletividade de diferentes agroquímicos utilizados pelo tomaticultor para o inimigo natural *T. pretiosum*. Utilizou-se inseticidas e fungicidas para o presente estudo, além de suas misturas, com finalidade de identificar interações das mesmas sobre o parasitoide, e proporcionar ao produtor informações sobre a associação desses agroquímicos com os inimigos naturais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a seletividade fisiológica de inseticidas, fungicidas e suas misturas, que são utilizados na cultura do tomateiro para o parasitoide *T. pretiosum*, em diferentes vias de exposição.

2.2. Objetivos específicos

- 1) Avaliar o efeito letal de inseticidas, fungicidas e suas misturas (inseticida+fungicida) sobre o parasitoide *T. pretiosum* via ovos contaminados para parasitismo, alimento contaminado, contaminação de ovos parasitados em diferentes fases (ovo-larva e pupa) e via superfície inerte contaminada.
- 2) Avaliar os efeitos subletais de inseticidas, fungicidas e suas misturas (inseticida+fungicida) sobre o parasitoide *T. pretiosum* via ovos contaminados para parasitismo, alimento contaminado, contaminação de ovos parasitados em diferentes fases (ovo-larva e pupa) e via superfície inerte contaminada.
- 3) Avaliar se há efeito sinérgico, antagônico ou aditivo das misturas de inseticida+fungicida para *T. pretiosum*.

3. HIPÓTESES

- 1) O inseticida Joiner (Isocloseram) causa efeito letal em todas as vias de contaminação, devido ao seu modo de ação [modulador alostérico de canais de cloros mediados pelo GABA. Por outro lado, o inseticida Oberon (Espiromesifeno) apresenta efeito letal principalmente nas vias de exposição das fases de desenvolvimento do parasitoide, uma vez que atua como regulador de crescimento. O fungicida não apresenta efeito letal sobre o parasitoide.
- 2) O inseticida Oberon, o fungicida Dithane e a mistura Oberon + Dithane provocam efeito subletal no teste de alimento contaminado, ovos contaminados e superfície contaminada.
- 3) As misturas de inseticida com fungicida não influencia a toxicidade para *T. pretiosum* e, portanto, terá efeito aditivo.

4. REFERÊNCIAL TEÓRICO

4.1. Cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicum*, L. 1753)

O tomate é uma planta de origem andina, foi domesticada no México e levada para a Europa pelos espanhóis, que junto com os portugueses, espalharam a espécie para diversas regiões do mundo (Figura 1). A introdução da planta no Brasil se deu por volta do final do século XIX, por imigrantes europeus, mas a sua popularização aumentou após o fim da Primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (Alvarenga, 2022; Nick; Silva; Borém, 2018).

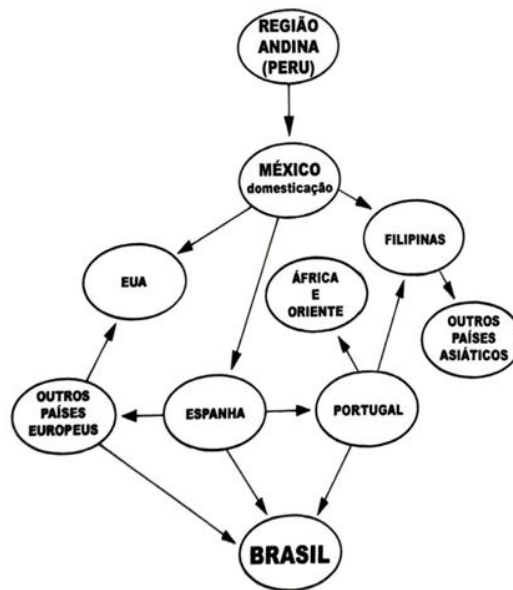


Figura 1 – Possibilidade de rotas de propagação do cultivo de tomate. Adaptado de Nuez (1995).

O tomateiro pertence à família Solanaceae, da mesma família de outras hortaliças de importância agrícola, como a batata, pimentão, berinjela, entre outras. É uma planta perene que se cultiva como anual, podendo ser conduzida de forma rasteira, ereta ou semiereta; o seu hábito de crescimento pode ser determinado ou indeterminado (Alvarenga, 2022).

O Brasil é o 9º maior produtor de tomate do mundo com uma produção de 3.753.595 toneladas, esse ranking é liderado pela China com uma produção média de 56.423.811 toneladas (Faostat, 2022). Na produção nacional, se destaca as regiões do Sudeste, que representa 39,53% da área colhida e 42,14% da quantidade produzida e Centro-Oeste, que representa 24,79% da área colhida e 32,50% da quantidade produzida (IBGE, 2020). Além de grande produtor, o Brasil também é um grande consumidor, sendo o tomate, a hortaliça mais consumida no país, com um consumo médio de 4,21kg/pessoa ano (POF/IBGE 2017-2018).

A tomaticultura brasileira tem uma grande diversidade em modo de cultivo, como a campo aberto, ambiente protegido e ambiente fechado (indoor) (Alvarenga, 2022). O cultivo de tomate no Brasil é separado em dois segmentos, o cultivo industrial e o cultivo para mesa. O tomate cultivado para mesa, é subdividido em outros grupos de variedades, são eles: Salada, Italiano, Santa Cruz e Cereja (Nick; Silva; Borém, 2018).

O sistema produtivo do tomate requer muito cuidado e atenção, visto que é uma cultura que acometida por diversas pragas, doenças, viroses e nematoides (Poletti, 2020), que comprometem a sua produtividade e qualidade dos frutos, que causa perdas econômicas ao produtor.

4.2. Controle de pragas e doenças em cultivos de tomate

O tomate é o quinto alimento que mais recebe agrotóxicos no Brasil, com o uso de aproximadamente 20 litros de produtos por hectare (IBGE-Sidra, 2015). O tomateiro é intensamente atacado por pragas e doenças, em todo o ciclo da lavoura, uma vez que tem alto vigor vegetativo, com tecidos sempre tenros e jovens (Castro, 2009) e o seu dossel cria um microclima favorável para o desenvolvimento de pragas e doenças (Alvarenga, 2022). E por se tratar de uma cultura de alto custo de produção, os produtores fazem a aplicação calendarizada e não o Manejo Integrado de Pragas e Doenças (MIPD) (Poletti, 2020). Entretanto, isso tem mudado com a adoção de novas formas de controle de pragas e doenças, principalmente com o advento do MIPD.

O MIPD consiste na adoção de diversas técnicas de controle de pragas e doenças, controle esse que pode ser preventivo ou não, mas sempre a partir uma amostragem que demonstra a necessidade de controle. Essa amostragem dá ao produtor o poder de tomar decisões mais assertiva, pois com ela o produtor saberá quais as pragas presentes na lavoura, em qual quantidade, e até mesmo como se encontra a infestação de inimigos naturais (Poletti, 2020).

O método mais utilizado para o manejo de pragas e doenças na tomaticultura é o químico, com 111 ativos diferentes registrados entre fungicidas e inseticidas para a cultura (Agrofit, 2025), e muitas vezes sendo aplicado de forma intensa, tendo casos de até 3 aplicações por semana (Castro, 2009). Outra prática utilizada por produtores é a mistura em tanque, liberada a partir da publicação da Instrução Normativa (IN) nº 40/2018, do MAPA. Entretanto, essa prática era usada antes mesmo da IN, Gazziero (2015) constatou que 97% dos produtores utilizavam mistura em tanque, e 95% com mais de dois produtos na mesma calda. Com o advento dos biológicos, e novos produtos no mercado, surge um receio sobre esse método, uma

vez que há falta de estudos sobre os procedimentos gerais de preparo, além dos riscos de incompatibilidades físicas e químicas (Gazziero *et al.* 2021).

O manejo genético é uma das alternativas utilizadas no controle a doenças. Atualmente, programas de melhoramento genético se esforçam para desenvolverem variedades resistentes a pragas e doenças, tendo já no mercado, variedades resistentes/ tolerantes a doenças fúngicas, bacterioses, viroses e nematoides (Nick; Silva; Borém, 2018). Outra forma de manejo, é o cultural, por meio de desbrotas, tipo do tutoramento, nutrição, rotação de cultura, entre outros.

Com a ascensão dos defensivos microbiológicos, cresce também a utilização dos macrobiológicos, de forma que o Brasil passa a ocupar posição destaque do uso desse método de controle em campos abertos (Parra *et al.* 2021). Nas lavouras de tomate, já se usa o controle biológico para controle a nematoides, doenças e, principalmente, para pragas, sendo usado predadores, parasitoides e microrganismos entomopatogênico para controle de pragas (Alvarenga, 2022).

4.3. *Trichogramma pretiosum*

O *T. pretiosum* é um micro-himenóptero do gênero *Trichogramma*, são insetos parasitoides de ovos, amplamente utilizado em programas de controle biológico devido à sua capacidade de parasitar ovos de diversas espécies de lepidópteros-praga (Consoli, Parra e Zucchi, 2010). São conhecidas aproximadamente 230 espécies do gênero no mundo, 30 delas no Brasil (Parra *et al.* 2021). Sua aplicação se mostra eficaz na redução de populações de lepidópteros-praga em diversas culturas agrícolas (Fontes e Inglis, 2020).

A traça-do-tomateiro, *P. absoluta*, é uma praga de destaque na cultura do tomateiro, que causa danos significativos e perdas econômicas expressivas (Pratissoli; Parra, 2000). Essa expressividade se deve ao fato da praga atacar diversas partes da planta do tomate (Haji, 1992). O uso indiscriminado de inseticidas químicos no controle dessa praga tem levado à seleção de populações resistentes, além de impactos ambientais negativos. Nesse contexto, o controle biológico, especialmente com o uso de parasitoides como o *T. pretiosum*, surge como uma alternativa sustentável e eficaz.

Estudos recentes demonstraram a eficiência de *T. pretiosum* no controle de *P. absoluta*. Faria *et al.* (2019) avaliaram a resposta de fêmeas de *T. pretiosum* à oviposição de *P. absoluta* em plantas de tomate industrial. Os resultados indicaram que o parasitismo variou de 1,5% a 28%, com maior incidência no terço superior das plantas, sugerindo que a liberação do parasitoide deve ser estrategicamente posicionada para maximizar sua eficácia.

A capacidade de dispersão de *T. pretiosum* também é um fator crucial para seu sucesso como agente de controle biológico. Recomendações comerciais para o controle de *P. absoluta* são de 450 mil parasitoides por hectare (Koppert, 2025). Estudos conduzidos por Oliveira *et al.* (2020) em diferentes culturas, como milho, pepino e repolho, no estado do Ceará, determinaram que a distância média de dispersão variou entre 5,6 m e 6,0 m, com áreas de dispersão entre 56,8 m² e 62,2 m². Essas informações são fundamentais para definir o número de pontos de liberação por hectare, a qual visa uma distribuição uniforme e eficiente do parasitoide.

O espectro de controle também deve ser considerado quando for utilizado o controle biológico, principalmente quando for do tipo aumentativo (Bueno *et al.* 2003) e, segundo Fontes e Inglis (2020), insetos da família Trichogrammatidae parasitam ovos de todas as ordens de insetos holometábolos e Hemiptera, Orthoptera e Thysanoptera. Além disso, já foi relatado o parasitismo natural de *T. pretiosum* em ovos de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854), em tomateiros na região Nordeste do Brasil, outra praga chave do tomateiro, que indica a adaptabilidade e potencial desse parasitoide em diferentes condições ambientais e contra diversas pragas (Oliveira *et al.* 2020).

Em síntese, *T. pretiosum* destaca-se como um agente de controle biológico promissor contra *P. absoluta* e demais pragas, uma vez que sua eficiência no controle de pragas lepidópteras e sua facilidade de criação em escala comercial desperta o interesse de biofábricas, visto que a viabilidade de investimentos nesse setor é positiva (Lopes; Paixão; Cruz, 2018). O uso desse parasitoide pode reduzir o uso de inseticidas químicos e promover práticas agrícolas mais sustentáveis. A compreensão de sua biologia, comportamento de dispersão e interação com a planta hospedeira e ambiente de cultivo é essencial para o desenvolvimento de programas de MIP eficazes (Bueno *et al.* 2017).

4.4. Seletividade de inseticidas e fungicidas para inimigos naturais

O uso de agroquímicos para o controle de pragas e doenças, continua sendo o principal método utilizado pelos agricultores brasileiros, e pelo baixo custo e boa eficiência, seu uso continuará sendo uma estratégia importante dentro do manejo integrado e com o crescente uso de defensivos biológicos, o conhecimento do uso deste método junto com o químico se torna importante para o controle de pragas (Moura, 2005; Bueno *et al.* 2017). O uso de produtos seletivos associados com o uso dos macrobiológicos é uma estratégia que se enquadram no MIP (Carvalho; Parra; Baptista, 2001; Peres, 2016), mas para isso devem ser seletivos aos inimigos naturais, de forma direta ou indireta (Torres; Bueno, 2018).

A seletividade de produtos químicos para inimigos naturais pode ser ecológica ou fisiológica. A seletividade ecológica é referente a algum comportamento ou habitat dos insetos, de forma que o produto aplicado tenha contato somente com uma espécie. A seletividade fisiológica é referente ao produto, quando um organismo tem maior tolerância que a praga quando são submetidos a ação do mesmo produto (Alvarenga, 2022)

A metodologia utilizada para avaliar a seletividade de agrotóxicos geralmente segue os padrões estabelecidos pela IOBC/WPRS, e classificam os produtos em: 1) inócuo (<30%); 2) levemente nocivo (30-79%); 3) moderadamente nocivo (80-99%), e 4) nocivo (>99%) (Bibiano *et al.*, 2022; Sterk *et al.*, 1999). Essa classificação auxilia na escolha de produtos que possam ser integrados de forma harmoniosa com agentes de controle biológico, como *T. pretiosum*.

A fase de desenvolvimento do parasitoide no momento da exposição ao agrotóxico também influencia a seletividade. Pratissoli *et al.* (2005) avaliaram o impacto de diferentes agrotóxicos na emergência de *T. pretiosum* quando aplicados na fase de pupa. Os resultados indicaram variações na emergência dos adultos, dependendo do produto utilizado, o que destaca a importância de considerar o estágio de desenvolvimento do parasitoide na aplicação de agrotóxicos. Neste contexto, as pupas dos parasitoides de ovos tendem a ser mais tolerante quando comparado à fase adulta, quando se leva em conta o mesmo produto. Podendo ser diferente em casos de inseticidas reguladores de crescimento, pois esses produtos agem especificamente em fases jovens do inseto (Bueno *et al.* 2013).

A exposição do inseto no momento da aplicação dependerá diretamente da fase e do dossel da cultura. Os insetos podem ser contaminados pelos inseticidas por algumas formas, como contato ou ingestão (Picanço; Gonring; Oliveira, 2010). Com isso, durante as pesquisas de seletividade em laboratório, as vias de exposições dos insetos aos produtos testados devem ser mais próximas da realidade possível. (Spagnol *et al.* 2017). Em uma pulverização agrícola, as flores podem ser contaminadas, logo, os insetos serão contaminados ao se alimentarem do pólen. Com isso, em laboratório, é utilizado o mel contaminado para que o inseto se alimente e tenha contato com o produto. Nas lavouras, o inseto caminhará sobre as folhas (Parra, 2021), que em caso de uma pulverização, também estarão contaminadas, dessa forma, em laboratório os insetos são expostos a superfície inerte pulverizada com os produtos a serem testados.

Estudos sobre interação da mistura de produtos químicos em espécies não alvos são escassas (Needham *et al.* 2005). Sabe-se que alguns fungicidas e herbicidas, os quais tem fungos e plantas como alvo, respectivamente, podem afetar outras classes, como por exemplo animais (Castro, 2009). A aplicação com mistura de produtos de diferentes modos de ação pode ter efeito negativo em inimigos naturais (Ahmad, 2004). É comum o uso de inimigos naturais

juntos com defensivos agrícolas, mas para o seu sucesso, é necessário que sejam usados produtos mais seletivos (Rigitano; Carvalho, 2001). Com isso, é imprescindível que se tenha conhecimento técnico dos produtos utilizados nas lavouras (Picanço; Lopes; Silva, 2021).

5. METODOLOGIA

5.1. Criação do *T. pretiosum*

O parasitoide *T. pretiosum* foi criado nos ovos do hospedeiro alternativo *Ephestia kuehniella* Zeller 1879. Para fornecer os ovos aos parasitoides, foram preparadas cartelas constituídas de papel cartão (8 × 6 cm) no qual os ovos da traça foram fixados com auxílio de fita dupla face. Em seguida, a cartela foi colocada em uma câmara com lâmpada UV por 45 minutos a fim de inviabilizar os ovos (Stein; Parra, 1987).

Trichogramma pretiosum foi mantido em tubos de vidro de 500 mL vedados com plástico filme, onde era colocada a cartela com ovos de *E. kuehniella* a serem parasitados por um período de 24 horas. Em seguida, 1/5 da cartela era recortado e transferido para outro tubo semelhante que continha gotículas de mel como fonte de alimento para os adultos da prole seguinte; o restante da cartela era descartado. Essa criação foi mantida em uma sala climatizada com temperatura de 25± 2° C, UR: 60±20% e fotofase de 14 horas. Cerca de 10 dias após o parasitismo dos ovos, os parasitoides emergiam e, novamente, foi oferecida outra cartela para parasitismo, reiniciando o ciclo.

5.2 Agroquímicos

Foram avaliados inseticidas (Tabela 1) e fungicidas (Tabela 2) recomendados para a cultura do tomateiro, utilizando sempre a maior dose e menor volume de calda recomendado em bula. Além disso, foram avaliadas as misturas dos inseticidas com o fungicida (Tabela 3) a fim de avaliar o efeito sinérgico, antagônico ou aditivo da mistura. Para isso, foi realizado a diluição de cada dose no mesmo recipiente contendo água destilada em um volume conhecido, de forma que a diluição nas caldas correspondesse com as doses descritas nas tabelas abaixo.

Tabela 1 – Nome comercial, ingrediente ativo, grupo químico, classe, modo de ação e dosagem dos inseticidas utilizados

Nome comercial	Ingrediente ativo	Grupo químico	Classe	Modo de ação	Dose (g ou mL ⁻¹ / 100L ⁻¹)		Dose de campo
					p.c.	i.a.	g i.a/ha
Joiner	Isocloseram	Isoxazolina	Contato e ingestão	Moduladores alostéricos de canais de cloro mediado pelo GABA	66,6	13,32	144
Oberon	Espiromesifeno	Cetoenol	Contato e ingestão	Inibidores da acetil CoA carboxilase	150	36	80

p.c.=produto comercial, i.a=ingrediente ativo

Tabela 2 – Nome comercial, ingrediente ativo, grupo químico, classe, modo de ação e dosagem do fungicida utilizado

Nome comercial	Ingrediente ativo	Grupo químico	Classe	Modo de ação	Dose (g ou mL ⁻¹ / 100L ⁻¹)		Dose de campo
					p.c.	i.a.	g i.a/ha
Dithane	Mancozebe	Alquilenobis	Contato	Atividade de contato multissítio	375	300	2400

p.c.=produto comercial, i.a=ingrediente ativo

Tabela 3 – Misturas dos inseticidas com fungicida e doses utilizadas

Mistura	Inseticida	Dose (g ou mL ⁻¹ / 100L ⁻¹)	Fungicida	Dose (g ou mL ⁻¹ / 100L ⁻¹)
		i.a		i.a
Joiner + Dithane	Joiner	13,32	Dithane	300
Oberon + Dithane	Oberon	36	Dithane	300

i.a=ingrediente ativo

5.3 Toxicidade de inseticidas, fungicidas e de suas misturas para fases imaturas de *T. pretiosum*

Para a realização do bioensaio procedeu-se a produção de 360 cartelas de cartolina azul (5 cm de comprimento x 0,5 cm de largura), cada uma contendo cerca de 125 ovos de *E. kuehniella*, aderidos por meio de uma fita dupla face. Esses ovos foram inviabilizados e, em seguida, ofertados às fêmeas do parasitoide por um período de 24 horas. Os insetos foram alimentados com mel puro na forma de gotículas que foram distribuídas nas paredes dos tubos. Em seguida, os parasitoides foram removidos dos tubos e as cartelas foram acondicionadas em uma sala climatizada a 25±2 °C, 70± 10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas. Quando os parasitoides alcançaram o estágio de desenvolvimento de larva e de pupa, correspondente a 48 horas e 168 horas, respectivamente (Cônsoi, Botelho; Parra, 2001), os ovos foram tratados. Para tanto, as cartelas foram mergulhadas em solução contendo os tratamentos por 5 segundos e foram mantidas em condições ambientais por cerca de meia hora para eliminação do excesso de umidade de suas superfícies, sendo então, individualizadas em novos tubos de vidro e acondicionadas em uma sala climatizada da mesma maneira da descrita anteriormente.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, cada tratamento foi composto por 30 repetições, cada repetição foi composta por uma cartela contendo 125 ovos de *E. kuehniella* parasitados. Neste experimento foi determinada a viabilidade que foi determinada calculando-se a relação entre o número de insetos emergidos e número de ovos parasitados, além da avaliação do número de insetos com deformações.

Para avaliar os efeitos subletais dos inseticidas sobre os parasitoides emergidos e pertencentes à geração F1, foram individualizadas em tubos de ensaio contendo gotículas de mel 30 fêmeas tomadas ao acaso em cada tratamento. Para cada fêmea, ofertou-se cerca de 125 ovos de *E. kuehniella* inviabilizados e não tratados, dispostos em cartelas de cartolina azul (0,5 cm de comprimento x 0,5 cm de largura). Foram ofertadas cartelas durante três dias consecutivos, sendo que a cada 24 horas as cartelas foram substituídas por novas cartelas. Durante essas 72 horas foi avaliada a sobrevivência dos insetos, sendo considerados mortos os parasitoides que não respondiam ao toque de um pincel com cerdas finas. Além disso, foi contabilizado o número de ovos parasitados, número de ovos com orifício de saída e número de insetos machos e fêmeas, para calcular o parasitismo, percentual de emergência e razão sexual, respectivamente.

5.4 Toxicidade de inseticidas, fungicidas e de suas misturas para adultos de *T. pretiosum*

Para a realização do bioensaio procedeu-se a produção de cartelas de cartolina azul (0,5 cm de comprimento x 0,5 cm de largura) contendo cerca de 125 ovos de *E. kuehniella*, aderidos por meio de uma fita dupla face. Esses ovos foram inviabilizados e, em seguida, as cartelas foram mergulhadas em solução contendo os tratamentos por cinco segundos e foram mantidas em condições ambientais por cerca de meia hora para eliminação do excesso de umidade de suas superfícies. Posteriormente foram individualizadas em novos tubos de vidro, no qual havia uma fêmea adulta acasalada, de 24 horas de idade e sem experiência de parasitismo. As cartelas foram trocadas a cada 24 horas durante 3 dias.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado em que cada tratamento foi composto por 30 repetições. O parasitismo foi analisado ao contabilizar o número de insetos emergidos mais o número de ovos parasitados que continham em seu interior pupas inviáveis dos parasitoides, ou parasitoides que não emergiram; para isso, os ovos foram abertos com auxílio de um estilete de ponta fina. A viabilidade do parasitismo foi determinada calculando-se a relação entre o número de insetos emergidos e número de ovos parasitados. Determinou-se a razão sexual $rs = [\Sigma \text{♀} / \Sigma (\text{♀} + \text{♂})]$ com base no número de insetos fêmeas e machos emergidos.

Para avaliar os efeitos subletais dos inseticidas sobre os parasitoides emergidos e pertencentes à geração F1, foram individualizadas em tubos de ensaio contendo gotículas de mel 30 fêmeas tomadas ao acaso em cada tratamento. Para cada fêmea, ofertou-se cerca de 125 ovos de *E. kuehniella* inviabilizados e não tratados, dispostos em cartelas de cartolina azul (0,5 cm de comprimento x 0,5 cm de largura). Foram ofertadas cartelas durante três dias

consecutivos, sendo que a cada 24 horas as cartelas foram substituídas por novas cartelas. Durante essas 72 horas também foi avaliada a sobrevivência dos insetos, sendo considerados mortos os parasitoides que não respondiam ao toque de um pincel com cerdas finas. As cartelas com os ovos supostamente parasitados foram colocadas em novos tubos que foram mantidos em sala climatizada com temperatura de $25 \pm 2^\circ \text{C}$, UR: $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas. Foram realizadas observações diárias da sobrevivência das fêmeas que por 72 horas. Os parâmetros avaliados foram os mesmos da geração F0.

5.5 Bioensaio de contato de *T. pretiosum* com superfície inerte contaminada por inseticidas, fungicida e suas misturas

O bioensaio foi realizado expondo adultos de *T. pretiosum* a resíduos secos dos inseticidas em uma superfície inerte, seguindo metodologia adaptada de Hassan *et al.* (2000). Para isso, os tratamentos foram pulverizados via aerógrafo (40 psi - 591 L ha^{-1}) em placas de vidro de 2 mm de espessura (13 cm x 13 cm), que posteriormente foram secadas à sombra. Essas placas foram usadas para formar as partes superior e inferior de gaiolas de exposição. Nas laterais destas gaiolas foi utilizada uma moldura de alumínio (2 cm de altura 1 cm de espessura), nas mesmas dimensões das placas de vidro e com orifícios (1 cm diâmetro) fechados com tecido preto para evitar a fuga dos insetos, mas que permitiam as trocas de gases. A gaiola foi revestida externamente com papel preto, deixando-se apenas uma área central (5 cm x 5 cm) exposta, na qual observou-se grande concentração dos parasitoides devido ao seu comportamento fototrópico positivo. Esse procedimento foi adotado para aumentar o contato dos insetos com a superfície tratada. As gaiolas foram fixadas por gomas elásticas e conectadas por um sistema de ventilação movido por “coolers” para evitar o acúmulo de gases em seu interior. O sistema foi acionado 30 minutos antes da liberação dos insetos nas gaiolas e mantido em funcionamento durante todo o bioensaio.

Para a liberação dos adultos de *T. pretiosum* nas gaiolas, uma cartela (1 cm^2) contendo aproximadamente 500 ovos de *E. kuehniella* parasitados e com o parasitoide na fase de pupa, cerca de oito dias após o parasitismo (Cônsoi; Botelho; Parra, 2001) foi colocada em tubo tipo eppendorf (3 cm de comprimento x 1 cm de diâmetro), com uma gotícula de mel como fonte de alimento (Hassan; Abdelgader, 2001). Cada microtubo foi revestido externamente com papel alumínio e tinha em sua extremidade inferior um orifício (0,5 cm de diâmetro) para facilitar a passagem dos parasitoides emergidos para a gaiola. Após a emergência dos parasitoides, os tubos foram removidos e foi conectado ao sistema de ventilação, as cartelas que estavam nos tubos foram mantidas para avaliar o número de parasitoides que entraram no sistema (Rocha;

Carvalho, 2004). Seis horas após a retirada dos tubos de emergência (tipo eppendorf) e do contato das vespas com resíduos dos inseticidas nas placas de vidro da gaiola, cartelas de 15cm² contendo ovos inviabilizados de *E. kuehniella* (\cong 7500 ovos) foram introduzidas em cada gaiola. Para calcular a quantidade de ovos a serem ofertados, considerou uma viabilidade de 95% e razão sexual de 0,50 para as cartelas (1cm²) que estavam nos microtubos

Os ovos foram expostos ao parasitismo por 24 h, posteriormente as cartelas foram transferidas para placas de Petri (5 cm de diâmetro) devidamente identificadas. Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso, sendo que cada tratamento foi composto de quatro repetições, cada uma formada por uma gaiola de exposição contendo cartelas com os ovos do hospedeiro. Foi avaliado o número de ovos parasitados = [(número de ovos parasitados/ por fêmeas)], e a porcentagem de emergência (F1) (número de ovos com orifício de saída do parasitoide/ número total de ovos parasitados x 100).

O efeito dos produtos foi medido comparando-se a redução no parasitismo dos adultos presentes nas gaiolas expostos ao contato com os inseticidas em relação aqueles presentes nas gaiolas do controle negativo (água). As reduções na capacidade de parasitismo dos produtos foram obtidas por meio da equação $PR = [1 - (P/p) \times 100]$, onde PR é a porcentagem de redução no parasitismo, “P” é o valor do parasitismo médio no tratamento inseticida e “p” o parasitismo médio no controle negativo. Com base nos valores de PR, os inseticidas foram enquadrados em classes de toxicidade (IOBC).

5.6 Efeito da alimentação contaminada por inseticidas, fungicidas e suas misturas para *T. pretiosum*

Neste bioensaio, 30 fêmeas de *T. pretiosum* foram individualizadas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm) e alimentados *ad libitum* com solução de mel, contendo 70% de mel puro + 30% da calda dos tratamentos. Após 24 horas da exposição ao mel contaminado, cartelas de cartolina azul (5 cm de comprimento x 0,5 cm de largura) contendo cerca de 125 ovos de *E. kuehniella*, aderidos por meio de uma fita dupla face foram introduzidas nos tubos. As cartelas foram trocadas a cada 24 horas durante três dias consecutivos.

Após a emergência dos primeiros insetos da geração F1, foram separadas novamente 25 fêmeas por tratamento em tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro), dessa vez, alimentadas com mel puro e foram ofertadas cartelas para parasitismo, e trocadas a cada 24 horas, durante três dias consecutivos. Tanto para a geração F0 e F1 foram avaliados o número de ovos parasitados, número de insetos emergidos e número de machos e fêmeas, tal como nos

experimentos anteriores. Além disso, foi avaliada a sobrevivência dos insetos durante 72 horas, sendo considerados mortos os insetos que não responderam ao toque de um pincel com cerdas finas.

5.7 Interação entre as misturas de inseticidas e fungicidas e sua ação em *T. pretiosum*

As combinações entre os inseticidas e o fungicida foram analisadas para compreender a interação resultante na mortalidade de *T. pretiosum*. Essas interações podem ser classificadas como aditivas, quando o efeito combinado é equivalente à soma dos efeitos individuais; antagônicas, quando o efeito combinado é inferior à soma dos efeitos individuais; ou sinérgicas, quando o efeito combinado excede a soma dos efeitos individuais.

Para avaliar a interação entre os produtos, foram consideradas as mortalidades observadas e a mortalidade esperada. As mortalidades foram calculadas de acordo com as fórmulas de Ribeiro *et al.* (2023):

$$\text{Mortalidade esperada (ME)} = [\text{MOA} + \text{MOB} \times (1 - \frac{\text{MOA}}{100})]$$

Em que ME = mortalidade esperada de MOA e MOB = mortalidades observadas usando os compostos A e B, respectivamente.

Os efeitos das misturas binárias foram classificados comparando-se o $X^2_{\text{calculado}}$ ao X^2_{tabelado} ($X^2_{\text{tabelado}} = 3,84$; G.L. = 1; $\alpha = 0,05$). O $X^2_{\text{calculado}}$ foi obtido por meio da seguinte fórmula:

$$X^2_{\text{calculado}} = \left(\frac{\text{MOAB} - \text{ME}}{\text{ME}} \right)^2$$

A mistura dos produtos pode resultar em três efeitos: sinérgico, aditivo ou antagônico. Quando o valor de $X^2_{\text{calculado}}$ for $< 3,84$, o efeito da mistura binária será aditivo. Quando o valor de $X^2_{\text{calculado}}$ for $> 3,84$, o efeito poderá ser sinérgico ou antagônico. Nesse caso, as mortalidades esperadas e observadas das misturas binárias deverão ser avaliadas. Se a mortalidade observada for maior que a mortalidade esperada, o efeito da mistura binária será classificado como sinérgico; ao passo que, se a mortalidade observada for menor que a mortalidade esperada, o efeito da mistura binária será classificado como antagônico (Fouad *et al.*, 2023; Hummelbrunner e Isman, 2001).

5.8 Classificação de toxicidade dos inseticidas, fungicidas e suas misturas para *T. pretiosum* segundo a IOBC

Com base na mortalidade e na capacidade benéfica do parasitoide (emergência e parasitismo), os produtos foram enquadrados em diferentes classes toxicológicas, conforme a metodologia recomendada pela IOBC (Bibiano *et al.*, 2022; Sterk *et al.*, 1999) (Tabela 4).

Tabela 4 – Classificação toxicológica padronizada pela IOBC para produtos fitossanitários, em função da redução da capacidade benéfica de parasitoides do gênero *Trichogramma*

Redução na capacidade benéfica do parasitoide	Classes de Toxicidade	Categoria Toxicológica
Menor que 30%	1	Inócuo
Entre 30 a 80%	2	Levemente prejudicial
Entre 80 a 99%	3	Moderadamente prejudicial
Maior que 99%	4	Prejudicial

5.9 Análises estatísticas

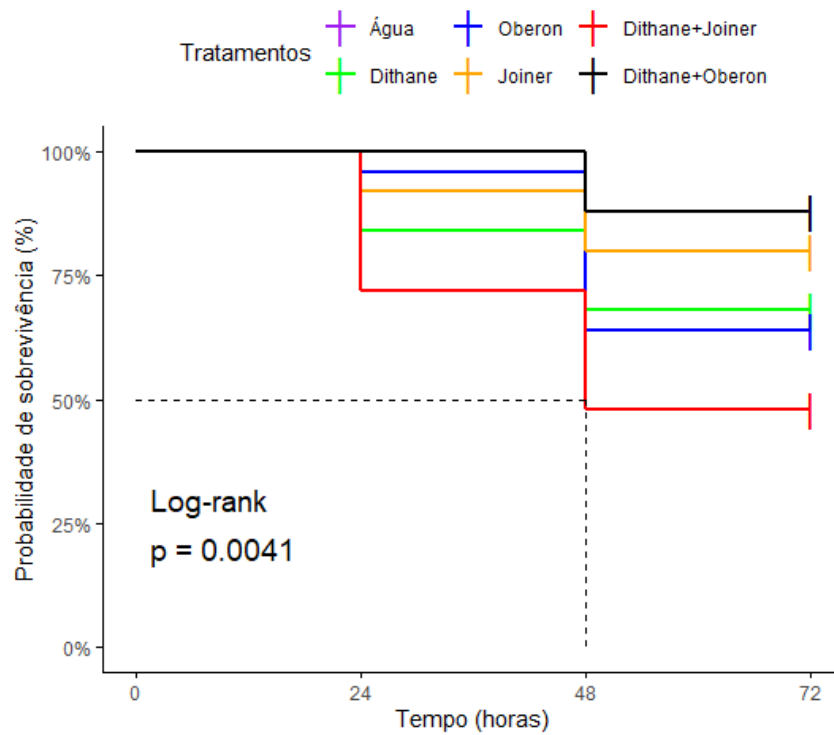
Os dados relativos à sobrevivência dos insetos, ao longo do tempo, foram analisados por meio do estimador não paramétrico de Kaplan–Meier e submetidos ao teste de log-rank por meio do pacote survival (Therneau, 2013). As curvas de sobrevivência foram comparadas pelo teste de comparação múltipla de pairwise para ser estimado o tempo letal mediano (TL₅₀) para cada tratamento. Foram utilizados modelos lineares generalizados GLM (Nelder e Wedderburn, 1972) para análise dos dados de parasitismo, emergência e razão sexual dos parasitoides. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey ($p = 0,05$) especialmente desenhada para GLM do pacote Multcomp (Hothorn, Bretz e Westfall, 2008). Ainda foi realizada uma análise de agrupamento considerando as variáveis biológicas analisadas, para tanto utilizou o método de variância mínima de Ward ("ward.D"), e o ponto de corte foi determinado conforme Mojena (Mojena, 1977; Wickham, 2018). Para os dados de classificação de toxicidade foi construído um heatmap. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R® (R Core Team, 2024).

6 RESULTADOS

6.1 Toxicidade de inseticidas, fungicida e de suas misturas para fases imaturas de *T. pretiosum*

Na fase larval de *T. pretiosum*, apenas o tratamento composto por Joiner+Dithane causou a morte de metade da população em 48 horas. Os demais tratamentos mantiveram taxa de sobrevivência acima de 50% por até 72 horas (Figura 2; Tabela 5).

Figura 2 – Curva de sobrevivência de *Trichogramma pretiosum* da geração F1, cuja fase larval da geração F0 foi exposta aos inseticidas, fungicida e suas misturas



Fonte: Pacheco (2025).

Tabela 5 – Probabilidade de sobrevivência (percentual \pm erro padrão) e tempo letal mediano (TL₅₀) de *Trichogramma pretiosum* da geração F1, cuja fase larval da geração F0 foi exposta aos inseticidas, fungicida e suas misturas

Tratamentos	Probabilidade de sobrevivência (% \pm EP)	Tempo médio letal (TL ₅₀ - horas)
Controle (água)	88,0 \pm 6,50 a	> 72
Dithane	68,0 \pm 9,33 a	> 72
Oberon	64,0 \pm 9,60 a	> 72
Joiner	80,0 \pm 8,00 a	> 72
Dithane+Joiner	48,0 \pm 9,99 a	48
Dithane+Oberon	88,0 \pm 6,50 a	> 72

$$\chi^2 = 17,2; \text{d.f} = 5; \text{p} = 0,004$$

Fonte: Pacheco (2025).

A exposição de larvas de *T. pretiosum* à alguns tratamentos reduziu a emergência dos parasitoides ($F_{5,172} = 179,91$; $P < 0,004$), com o tratamento Dithane+Oberon resultando no menor percentual de emergência, 88,9%, e diferenciando da testemunha e do tratamento dithane (Tabela 6). Essa exposição de larvas de *T. pretiosum* aos tratamentos Joiner e Dithane+Joiner resultou em deformações significativas nos insetos emergidos ($F_{5,172} = 288,7$; $P < 0,001$), com médias de 50,5% e 30,6% dos indivíduos com deformações (Tabela 6).

Tabela 6 – Emergência (percentual \pm erro padrão) de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* da geração F0 cuja fase larval foi exposta aos inseticidas, fungicida e suas misturas, quantidade de insetos emergidos com deformação (Média \pm EP)

Tratamentos	Emergência (% \pm EP)	Classe (IOBC)	Insetos deformados (Média \pm EP)
Controle (água)	97,4 \pm 0,57 a	-	0,23 \pm 0,07 d
Dithane	98,0 \pm 0,66 a	1	2,07 \pm 0,29 c
Oberon	94,2 \pm 2,77 ab	1	2,86 \pm 0,38 c
Joiner	95,8 \pm 2,20 ab	1	50,5 \pm 4,25 a
Dithane + Joiner	94,4 \pm 0,81 ab	1	30,6 \pm 1,23 b
Dithane + Oberon	88,9 \pm 1,75 b	1	2,07 \pm 0,35 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Fonte: Pacheco (2025).

Trichogramma pretiosum da geração F1, cuja fase larval da geração F0 foi exposta aos tratamentos, apresentou maior taxa de mortalidade no tratamento Dithane+Joiner ($\chi^2_{5,144} = 15,33$; $P < 0,004$), 52% (Tabela 7). O parasitismo foi reduzido também pelo tratamento Dithane+Joiner ($F_{5,141} = 8,05$; $P < 0,004$), que apresentou média de parasitismo de 5,60 ovos, enquanto para os demais tratamentos a média foi acima de 20 ovos. Todavia, a emergência ($F_{5,87} = 0,77$; $P = 0,5$) e razão sexual não foram afetadas ($\chi^2_{5,94} = 210,87$; $P = 0,3$).

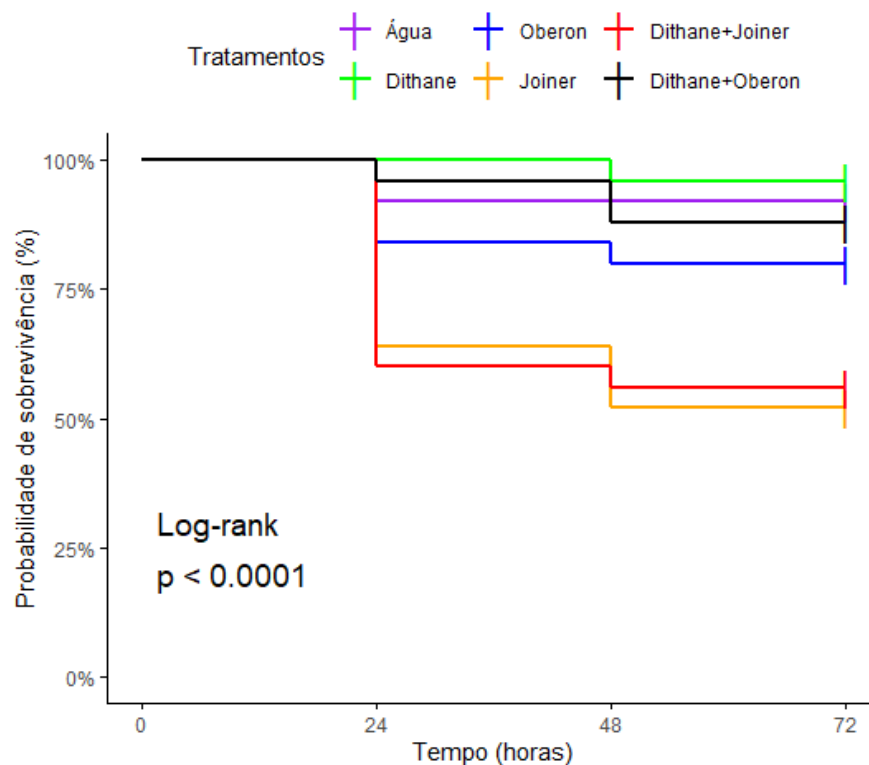
Tabela 7 – Mortalidade (percentual \pm erro padrão), parasitismo (média \pm erro padrão) e emergência (percentual \pm erro padrão) e razão sexual (média \pm erro padrão) de *Trichogramma pretiosum* da geração F1, cuja fase larval da geração F0 foi exposta a inseticidas, fungicida e suas misturas

Tratamentos	Mortalidade (% \pm EP) ¹	Parasitismo (Média \pm EP)	Emergência (% \pm EP)	Razão sexual (% \pm EP)
Controle (água)	12,0 \pm 0,07 c	30,6 \pm 5,38 a	96,9 \pm 1,06 a	35,8 \pm 8,72 a
Dithane	28,0 \pm 0,09 b	27,5 \pm 4,15 a	97,6 \pm 1,03 a	30,2 \pm 7,84 a
Oberon	36,0 \pm 0,10 ab	21,4 \pm 4,89 a	93,7 \pm 3,34 a	40,0 \pm 9,04 a
Joiner	20,0 \pm 0,08 b	22,0 \pm 4,62 a	94,4 \pm 2,40 a	59,5 \pm 8,11 a
Dithane + Joiner	52,0 \pm 0,10 a	5,60 \pm 2,50 b	97,3 \pm 1,25 a	56,2 \pm 12,90 a
Dithane + Oberon	12,0 \pm 0,07 c	42,2 \pm 3,80 a	94,2 \pm 3,00 a	39,2 \pm 8,14 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Fonte: Pacheco (2025).

Na fase de pupa, a sobrevivência foi superior a 50% em todos os tratamentos (Figura 3). Os tratamentos Joiner e Dithane+Joiner apresentaram as menores probabilidades de sobrevivência, correspondendo a 52% e 56% (Tabela 8). Nos demais tratamentos, a probabilidade de sobrevivência permaneceu em 80% ou mais.

Figura 3 – Curva de sobrevivência de *Trichogramma pretiosum* da geração F1, cuja fase de pupa da geração F0 foi exposta aos inseticidas, fungicida e suas misturas.



Fonte: Pacheco (2025).

Tabela 8 – Probabilidade de sobrevivência (percentual \pm erro padrão) e tempo letal mediano (TL₅₀) de *Trichogramma pretiosum* da geração F1, cuja fase de pupa da geração F0 foi exposta aos inseticidas, fungicidas e suas misturas

Tratamentos	Probabilidade de sobrevivência (% \pm EP)	Tempo médio letal (TL ₅₀ - horas)
Controle (água)	92,0 \pm 5,43 a	> 72
Dithane	96,0 \pm 3,92 a	> 72
Oberon	80,0 \pm 6,58 a	> 72
Joiner	52,0 \pm 9,99 b	> 72
Dithane+Joiner	56,0 \pm 9,93 b	> 72
Dithane+Oberon	88,0 \pm 6,50 a	> 72

$\chi^2 = 26,4$; d.f = 5; $p < 0,0001$

Fonte: Pacheco (2025).

A exposição de pupas de *T. pretiosum* aos tratamentos Joiner e Dithane+Joiner afetou significativamente a emergência do parasitoide ($\chi^2_{5,173} = 12,17$; $P < 0,001$), embora a taxa de emergência tenha permanecido superior a 90% (Tabela 9). No entanto, os insetos emergidos apresentaram deformações significativas ($F_{5,173} = 90,9$; $P < 0,001$), especialmente nos tratamentos Joiner e Dithane+Joiner, com médias de 15,5% e 11,2% de indivíduos deformados, respectivamente.

Tabela 9 – Emergência (percentual \pm erro padrão) de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* da geração F0 cuja fase de pupa foi exposta a inseticidas, fungicida e suas misturas, quantidade de insetos emergidos com deformação (Média \pm EP)

Tratamento	Emergência (% \pm EP)	Insetos deformados (Média \pm EP)
Controle (água)	93,2 \pm 2,04 bc	2,57 \pm 0,42 a
Dithane	98,6 \pm 0,47 a	0,10 \pm 0,10 b
Oberon	94,9 \pm 0,92 ab	1,23 \pm 0,37 ab
Joiner	98,1 \pm 0,48 a	15,5 \pm 1,24 c
Dithane + Joiner	91,3 \pm 1,52 b	11,2 \pm 5,63 d
Dithane + Oberon	97,5 \pm 0,72 ab	1,13 \pm 0,20 ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Fonte: Pacheco (2025).

Figura 4 – Imagem de *T. pretiosum* com deformações nas asas causadas pelo tratamento Dithane + Joiner.



A exposição de pupas de *T. pretiosum* aos tratamentos Joiner e Dithane+Joiner resultou em uma redução significativa na capacidade de parasitismo dos insetos da geração F1 ($F_{5,140} = 10,03$; $P < 0,001$) além de altas taxas de mortalidade ($\chi^2_{5,144} = 25,83$; $P < 0,001$) (Tabela 10). Especificamente, os parasitoides expostos a esses tratamentos parasitaram, em média, 4,68 e 7 ovos, respectivamente. Em contraste, o tratamento Dithane+Oberon levou a uma redução menos acentuada, com uma média de 14 ovos parasitados. Nos demais tratamentos, a capacidade de parasitismo manteve-se acima de 25 ovos, em média. A emergência ($F_{5,71} = 0,74$; $P = 0,6$) e razão sexual ($F_{5,71} = 1,11$; $P = 0,4$) não foram afetadas negativamente pelos tratamentos (Tabela 10).

Tabela 10 – Mortalidade (percentual \pm erro padrão), parasitismo (média \pm erro padrão) e emergência (percentual \pm erro padrão) e razão sexual (média \pm erro padrão) de *Trichogramma pretiosum* da geração F1, cuja fase de pupa da geração F0 foi exposta a inseticidas, fungicida e suas misturas

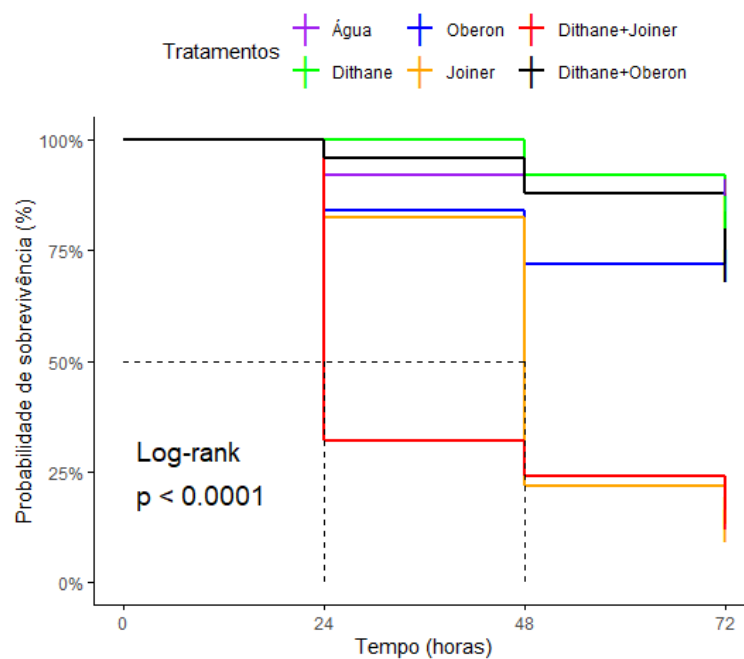
Tratamentos	Mortalidade (% \pm EP)	Parasitismo (Média \pm EP)	Emergência (% \pm EP)	Razão sexual (% \pm EP)
Controle (água)	8,0 \pm 0,05 ab	26,8 \pm 4,61 ab	98,8 \pm 3,15 a	63,3 \pm 4,29 a
Dithane	4,0 \pm 0,04 b	43,9 \pm 4,94 a	98,0 \pm 0,52 a	48,0 \pm 7,82 a
Oberon	24,0 \pm 0,06 ab	35,3 \pm 5,19 ab	94,5 \pm 2,06 a	61,2 \pm 5,70 a
Joiner	48,0 \pm 0,10 a	4,68 \pm 3,29 c	96,5 \pm 0,57 a	49,8 \pm 16,90 a
Dithane + Joiner	44,0 \pm 0,10 ab	7,00 \pm 3,03 c	97,0 \pm 2,34 a	44,3 \pm 11,70 a
Dithane + Oberon	12,0 \pm 0,07 ab	14,0 \pm 4,61 bc	93,1 \pm 3,37 a	64,8 \pm 9,25 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Fonte: Pacheco (2025).

6.2 Toxicidade de inseticidas, fungicida e de suas misturas para adultos de *T. pretiosum*

Na geração F0 da fase adulta de *T. pretiosum*, os tratamentos Joiner e Joiner+Dithane causaram a mortalidade de 50% da população em 48 e 24 horas, respectivamente. Nos demais tratamentos, a sobrevivência permaneceu acima de 70% em até 72 horas (Figura 4; Tabela 11).

Figura 5 – Curvas de sobrevivência de adultos da geração F0 de *Trichogramma pretiosum* que entraram em contato com ovos de *Ephestia kuehniella* tratados com os inseticidas, fungicida e suas misturas.



Fonte: Pacheco (2025)

Tabela 11 – Probabilidade de sobrevivência (percentual \pm erro padrão) e tempo letal mediano (TL₅₀) de adultos da geração F0 de *Trichogramma pretiosum* que entraram em contato com ovos de *Ephestia kuehniella* tratados com os inseticidas, fungicida e suas misturas.

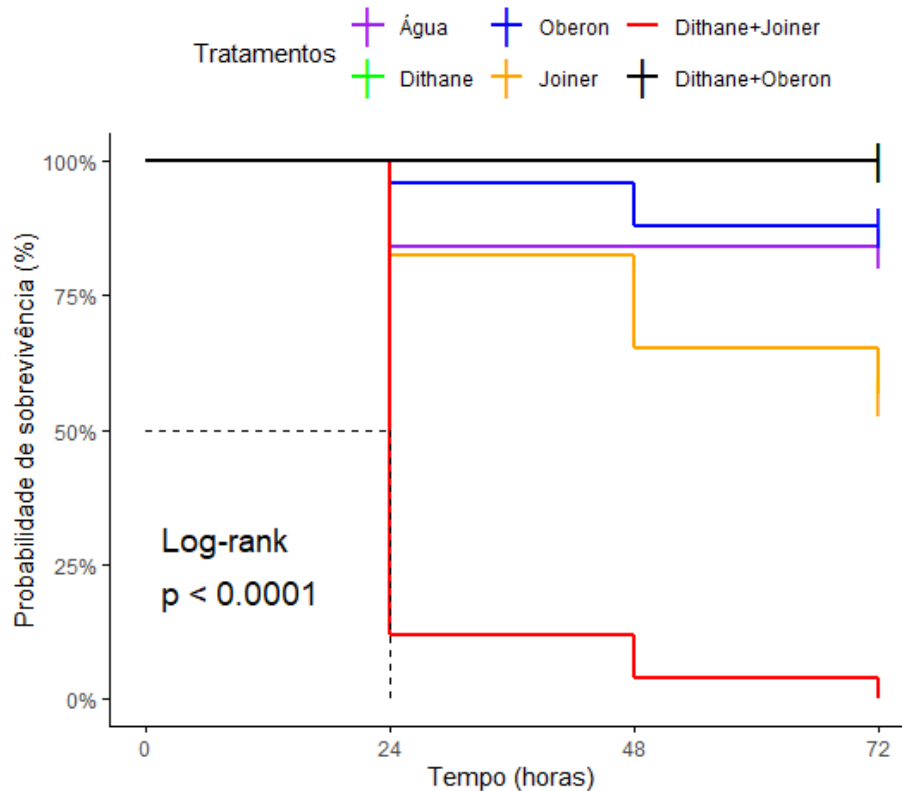
Tratamentos	Probabilidade de sobrevivência (% \pm EP)	Tempo médio letal (TL ₅₀ - horas)
Controle (água)	88,0 \pm 6,50 a	> 72
Dithane	84,0 \pm 7,33 a	> 72
Oberon	72,0 \pm 8,98 a	> 72
Joiner	13,0 \pm 7,02 b	48
Dithane+Joiner	16,0 \pm 6,52 b	24
Dithane+Oberon	72,0 \pm 8,98 a	> 72

$\chi^2 = 73,4$; d.f = 5; p < 0,0001

Fonte: Pacheco (2025).

Na geração F1 da fase adulta de *T. pretiosum*, apenas o tratamento Dithane+Joiner reduziu significativamente a sobrevivência, causando uma mortalidade de 50% em 24 horas e a ausência de sobreviventes em 72 horas (Figura 5; Tabela 12).

Figura 6 – Curvas de sobrevivência de adultos da geração F1 de *Trichogramma pretiosum* que entraram em contato com ovos de *Ephestia kuehniella* tratados com os inseticidas, fungicida e suas misturas



Fonte: Pacheco (2025)

Tabela 12 – Probabilidade de sobrevivência (percentual \pm erro padrão) e tempo letal mediano (TL_{50}) de adulto da geração F1 de *Trichogramma pretiosum*, cuja geração parental entrou em contato com ovos de *Ephestia kuehniella* tratados com os inseticidas, fungicida e suas misturas

Tratamentos	Probabilidade de sobrevivência (% \pm EP)	Tempo médio letal (TL_{50} - horas)
Controle (água)	84,0 \pm 7,33 a	> 72
Dithane	100,0 \pm 0,00 a	> 72
Oberon	88,0 \pm 6,50 a	> 72
Joiner	56,5 \pm 10,34 a	> 72
Dithane+Joiner	00,0 \pm 0,00 b	24
Dithane +Oberon	100,0 \pm 0,00 a	> 72

$\chi^2 = 117$; d.f = 5; $p < 0,0001$

Fonte: Pacheco (2025).

Os inseticidas Joiner e Dithane+Joiner causaram uma significativa taxa de mortalidade, 84 e 96%, respectivamente de *T. pretiosum* que entrou em contato com os de *E. kuehniella* ($\chi^2_{5,144} = 15.77$; $P < 0.001$) (Tabela 13). Enquanto, Oberon e Joiner, o fungicida Dithane e as misturas dos inseticidas com o fungicida causaram redução do parasitismo ($F_{5,176} = 11.74$; $P < 0.001$). A emergência também foi afetada ($F_{5,157} = 10.04$; $P < 0.001$) especialmente quando utilizou o Oberon, Joiner e Dithane+Joiner. A razão sexual se manteve acima de 50% com diferença apenas entre os tratamentos Oberon, com menor percentual de fêmeas (51,1%) e Dithane+Joiner com maior percentual (66,8%) ($F_{5,154} = 2.06$; $P < 0.001$).

Tabela 13 – Mortalidade (percentual \pm erro padrão), parasitismo (média \pm erro padrão), emergência (percentual \pm erro padrão) e razão sexual (média \pm erro padrão) de *Trichogramma pretiosum* da geração F0 que entrou em contato com ovos de *Ephesia kuehniella* tratados com inseticidas, fungicida e suas misturas

Tratamentos	Mortalidade (% \pm EP)	Parasitismo (Média \pm EP)	Emergência (% \pm EP)	Razão sexual (% \pm EP)
Controle (água)	12,0 \pm 0,06 b	46,1 \pm 3,24 a	93,4 \pm 1,48 a	62,4 \pm 2,91 ab
Dithane	16,0 \pm 0,07 b	27,4 \pm 2,96 b	90,6 \pm 1,92 ab	60,0 \pm 2,83 ab
Oberon	28,0 \pm 0,09 b	17,1 \pm 1,98 b	76,0 \pm 2,73 c	51,1 \pm 4,38 a
Joiner	84,0 \pm 0,07 a	23,4 \pm 2,23 b	78,1 \pm 1,77 cd	63,3 \pm 2,95 ab
Dithane + Joiner	96,0 \pm 0,93 a	21,9 \pm 2,62 b	86,8 \pm 2,37 ad	66,8 \pm 4,28 b
Dithane + Oberon	28,0 \pm 0,09 b	22,1 \pm 3,34 b	83,3 \pm 2,64 bcd	61,5 \pm 3,78 ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Fonte: Pacheco (2025).

A geração F1 dos insetos que entraram em contato com os ovos de *E. kuehniella* apresentou mortalidade significativa ($\chi^2_{5,144} = 97.36$; $P < 0.001$), especialmente para os tratamentos Joiner e Dithane+Joiner com percentuais de 40 e 100%, respectivamente. Para o parasitismo os tratamentos Oberon e Dithane+Joiner foram os mais afetados ($F_{5,150} = 3.84$; $P < 0.001$), com média de parasitismo de 22,2 e 0,75 ovos, comparado ao parasitismo de 38,7 ovos, em média, do grupo controle (Tabela 14). A emergência novamente foi afetada pelos tratamentos Oberon e Dithane+Joiner ($F_{5,105} = 8.59$; $P < 0.001$) e a razão sexual foi mais afetada pelo tratamento Dithane (33,3% de fêmeas), que se diferiu do controle (60% de fêmeas) ($F_{5,105} = 2.67$; $P < 0.001$). Em suma, para este teste, considerando as gerações F0 e F1, os tratamentos Oberon e Dithane+Joiner foram os que mais afetaram *T. pretiosum*

Tabela 14 – Mortalidade (percentual \pm erro padrão), parasitismo (média \pm erro padrão), emergência (percentual \pm erro padrão) e razão sexual (média \pm erro padrão) de *Trichogramma pretiosum* da geração F1, cuja geração parental entrou em contato com ovos de *Ephestia kuehniella* tratados com inseticidas, fungicida e suas misturas

Tratamentos	Mortalidade (% \pm EP)	Parasitismo (Média \pm EP)	Emergência (% \pm EP)	Razão sexual (% \pm EP)
Controle (água)	16,0 \pm 0,07 c	38,7 \pm 4,39 a	50,8 \pm 0,49 a	60,0 \pm 4,25 a
Dithane	4,0 \pm 0,04 cd	39,2 \pm 4,52 a	50,1 \pm 0,30 a	33,3 \pm 6,42 b
Oberon	12,0 \pm 0,06 c	22,2 \pm 6,03 b	53,3 \pm 0,62 b	43,2 \pm 4,30 ab
Joiner	40,0 \pm 0,10 b	40,8 \pm 5,74 a	50,6 \pm 0,24 a	44,3 \pm 5,87 ab
Dithane + Joiner	100,0 \pm 00 a	0,75 \pm 0,75 c	54,1 \pm 1,28 b	50,0 \pm 9,90 ab
Dithane + Oberon	0,0 \pm 0,00 d	36,9 \pm 4,90 a	50,1 \pm 0,09 a	29,9 \pm 11,90 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Fonte: Pacheco (2025).

6.3 Bioensaio de contato de *T. pretiosum* com superfície inerte contaminada com inseticidas, fungicidas e suas misturas

Quando *T. pretiosum* foi exposto a superfícies inertes contaminadas, houve uma redução expressiva no parasitismo, especialmente nos tratamentos Joiner e Dithane+Joiner, com taxas de 48,50% e 52,90%, respectivamente ($F_{5,18} = 4,74$; $P < 0,001$) (Tabela 15). A emergência dos parasitoides não foi afetada ($F_{5,18} = 0,89$; $P = 0,5$).

Tabela 15 – Parasitismo (média \pm erro padrão) e emergência (percentual \pm erro padrão) de *Trichogramma pretiosum* que entrou em contato com superfície inerte contaminada com inseticidas, fungicida e suas misturas

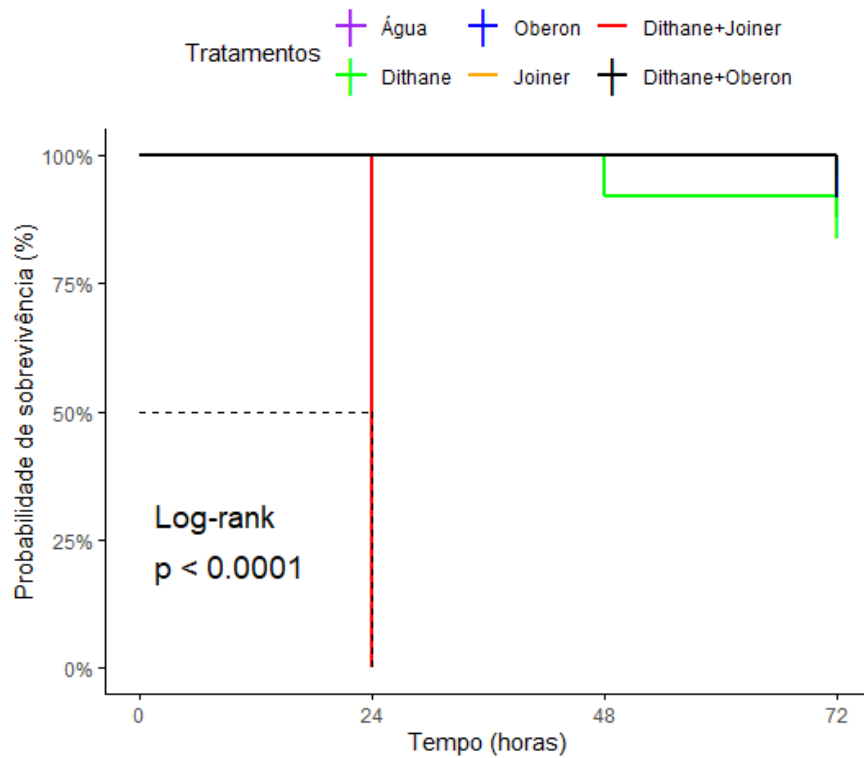
Tratamentos	Parasitismo (Média \pm EP)	Emergência (% \pm EP)
Controle (água)	20,0 \pm 1,27 a	93,6 \pm 2,53 a
Dithane	15,2 \pm 1,98 ab	94,0 \pm 0,40 a
Oberon	19,2 \pm 2,68 a	83,7 \pm 10,8 a
Joiner	10,3 \pm 2,37 b	98,0 \pm 0,66 a
Dithane + Joiner	9,42 \pm 0,93 b	91,4 \pm 6,49 a
Dithane + Oberon	16,4 \pm 3,01 ab	96,9 \pm 0,30 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Fonte: Pacheco (2025).

6.4 Efeito da alimentação contaminada com inseticidas, fungicida e suas misturas para *T. pretiosum*

Quando os adultos da geração F0 de *T. pretiosum* se alimentaram de mel contaminado pelos tratamentos, não houve sobreviventes nos tratamentos Joiner e Dithane+Joiner. Nos demais tratamentos, a sobrevivência foi superior a 80% (Figura 6; Tabela 16).

Figura 7 – Curva de sobrevivência de adultos da geração F0 de *Trichogramma pretiosum* expostos ao mel contaminado com os inseticidas, fungicida e suas misturas.



Fonte: Pacheco (2025).

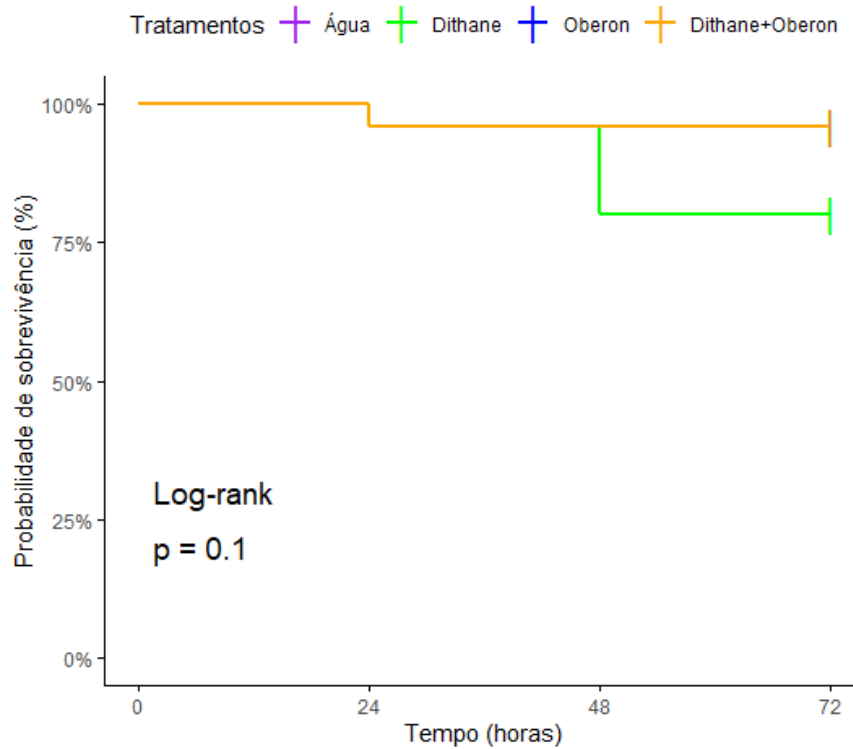
Tabela 16 – Probabilidade de sobrevivência (percentual \pm erro padrão) e tempo letal mediano (TL₅₀) de adulto da geração F0 de *Trichogramma pretiosum* expostos ao mel contaminado com os inseticidas, fungicida e suas misturas

Tratamentos	Probabilidade de sobrevivência (% \pm EP)	Tempo médio letal (TL ₅₀ - horas)
Controle (água)	96,0 \pm 3,92 a	> 72
Dithane	88,0 \pm 6,50 a	> 72
Oberon	96,0 \pm 3,92 a	> 72
Joiner	00,0 \pm 0,00 b	24
Dithane+Joiner	00,0 \pm 0,00 b	24
Dithane+Oberon	96,0 \pm 3,92 a	> 72
$\chi^2 = 148$; d.f = 5; $p < 0,0001$		

Fonte: Pacheco (2025).

A prole da geração F0 que entrou em contato com o mel contaminado pelos tratamentos não teve a sobrevivência afetada, mantendo percentuais superiores a 80% em 72 horas (Figura 7; Tabela 17).

Figura 8 – Curva de sobrevivência de adultos da geração F1 de *Trichogramma pretiosum* expostos ao mel contaminado com inseticidas, fungicidas e suas misturas



Fonte: Pacheco (2025).

Tabela 17 – Probabilidade de sobrevivência (percentual \pm erro padrão) e tempo letal mediano (TL₅₀) de adulto da geração F0 de *Trichogramma pretiosum* expostos ao mel contaminado com os inseticidas, fungicida e suas misturas

Tratamentos	Probabilidade de sobrevivência (% \pm EP)	Tempo médio letal (TL ₅₀ - horas)
Controle (água)	96,0 \pm 3,92 a	> 72
Dithane	80,0 \pm 8,00 a	> 72
Oberon	96,0 \pm 3,92 a	> 72
Dithane+Oberon	96,0 \pm 3,92 a	> 72

$$\chi^2 = 6,2; \text{d.f} = 3; \text{p} = 0,1$$

Fonte: Pacheco (2025).

A alimentação de *T. pretiosum* com mel contaminado por Joiner e pela combinação Dithane + Joiner levou à mortalidade total dos insetos ($\chi^2_{5,144} = 154,56; P < 0,001$) (Tabela 18). Além disso, houve uma redução significativa na capacidade de parasitismo ($F_{3,113} = 5,4; P < 0,001$). A emergência foi mais afetada pelo tratamento Dithane+Oberon ($F_{3,98} = 4,92; P <$

0,003), enquanto a razão sexual sofreu maior impacto com o tratamento Dithane ($F_{3,93} = 3,76$; $P = 0,01$).

Tabela 18 – Mortalidade (percentual \pm erro padrão), parasitismo (média \pm erro padrão), emergência (percentual \pm erro padrão) e razão sexual (média \pm erro padrão) de *Trichogramma* da geração F0 expostos ao alimento contaminado com inseticidas, fungicida e suas misturas

Tratamentos	Mortalidade (% \pm EP)	Parasitismo (Média \pm EP)	Emergência (% \pm EP)	Razão sexual (% \pm EP)
Controle (água)	4,0 \pm 0,04 b	65,3 \pm 6,70 a	89,8 \pm 4,03 a	71,9 \pm 2,80 a
Dithane	12,0 \pm 0,06 b	37,7 \pm 4,63 b	84,2 \pm 4,50 ab	48,8 \pm 6,29 b
Oberon	4,0 \pm 0,04 b	49,0 \pm 5,12 ab	95,4 \pm 6,13 a	67,1 \pm 3,99 ab
Joiner	100,0 \pm 0,00 a	-	-	-
Dithane + Joiner	100,0 \pm 0,00 a	-	-	-
Dithane + Oberon	4,0 \pm 0,04 b	41,2 \pm 4,11b	72,4 \pm 5,78 b	65,3 \pm 5,31 ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Fonte: Pacheco (2025).

Insetos cuja geração parental ingeriu alimento contaminado com Dithane teve maior taxa de mortalidade ($\chi^2_{3,96} = 8,31$; $P < 0,03$), que ainda sim não foi tão expressiva. Ao se alimentarem de Dithane e Oberon apresentaram maior taxa de parasitismo, cerca de 30 ovos parasitados em média, em relação ao tratamento Dithane + Oberon, que, ainda assim, se igualou ao grupo controle ($F_{3,95} = 6,21$; $P < 0,001$) (Tabela 19). A emergência foi mais afetada pelo tratamento Oberon ($F_{3,66} = 13,25$; $P < 0,001$), enquanto a razão sexual não foi afetada negativamente ($F_{3,66} = 1,52$; $P = 0,2$).

Tabela 19 – Mortalidade (percentual \pm erro padrão), parasitismo (média \pm erro padrão), emergência (percentual \pm erro padrão) e razão sexual (média \pm erro padrão) de *Trichogramma pretiosum* da geração F1 cuja geração parental foi exposta ao alimento contaminado com inseticidas, fungicida e suas misturas

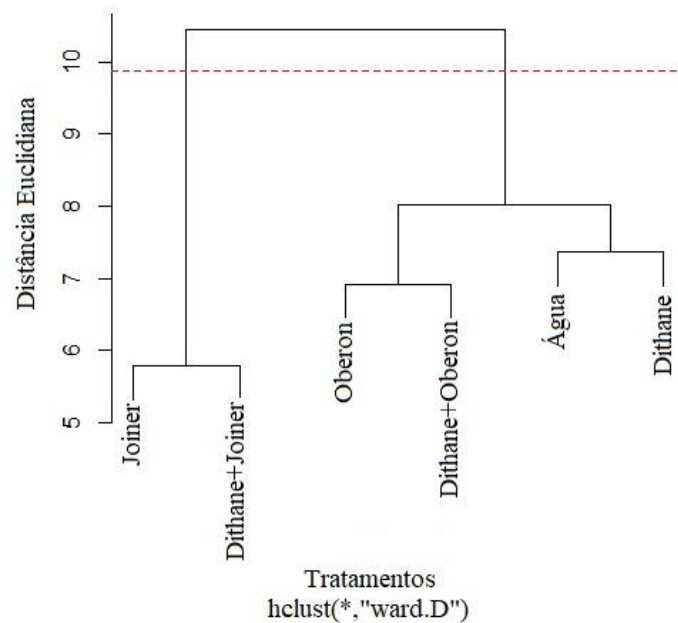
Tratamentos	Mortalidade (% \pm EP)	Parasitismo (Média \pm EP)	Emergência (% \pm EP)	Razão sexual (% \pm EP)
Controle (água)	4,0 \pm 0,04 b	18,4 \pm 4,36 ab	97,2 \pm 1,30 a	48,2 \pm 8,59 a
Dithane	20,0 \pm 0,08 a	33,1 \pm 4,06 a	97,4 \pm 0,56 a	65,6 \pm 4,83 a
Oberon	4,0 \pm 0,04 b	31,6 \pm 3,76 a	81,2 \pm 5,67 b	65,0 \pm 5,93 a
Dithane + Oberon	0,0 \pm 0,00 b	12,2 \pm 3,42 b	89,4 \pm 8,62 ab	65,0 \pm 9,30 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Fonte: Pacheco (2025).

Na análise de agrupamento que considerou todos os parâmetros biológicos de todas as vias de contaminação, observou-se a formação de dois grupos. O primeiro grupo reuniu o controle (água) e os tratamentos Dithane, Oberon e Dithane+Oberon (Figura 8). De modo geral, esse grupo apresentou menor mortalidade, além de taxas satisfatórias de parasitismo,

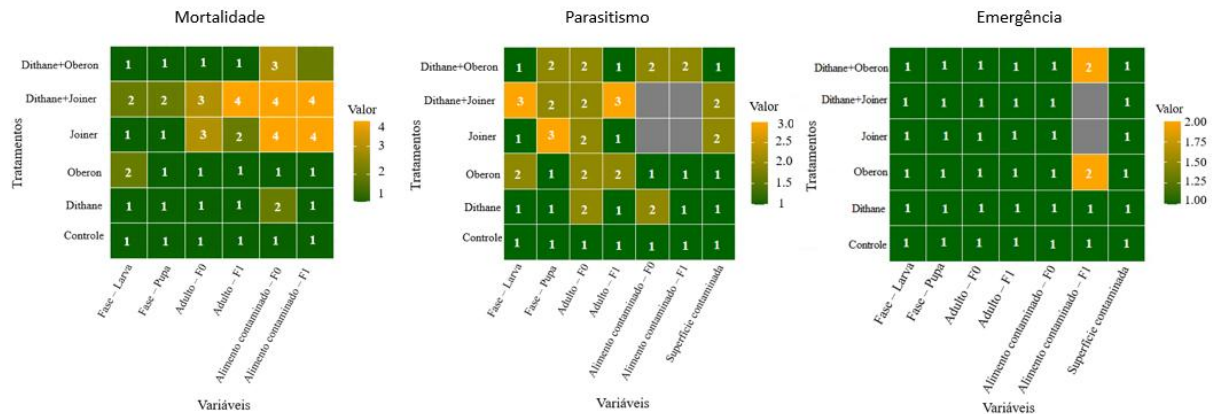
emergência e razão sexual. O segundo grupo foi composto pelos tratamentos Joiner e Dithane+Joiner, cujas características biológicas, na maioria dos casos, foram afetadas negativamente.

Figura 9 – Dendrograma de agrupamento (construído com o método de Ward) de seis tratamentos inseticidas (controle “água”, Dithane, Oberon, Joiner e Dithane+Oberon, Dithane+Joiner) com base na dissimilaridade (distância euclidiana) de seus efeitos sobre características biológicas de *Trichogramma pretiosum*.



De acordo com os parâmetros da IOBC, o inseticida Oberon e o fungicida Dithane, bem como a mistura de ambos nas diferentes vias de exposição e para diferentes parâmetros biológicos, foram, na maioria dos casos, classificados como inócuos. Apenas em raras ocasiões foram considerados levemente ou moderadamente nocivos. Por outro lado, o inseticida Joiner, quando utilizado isoladamente ou em mistura com o Dithane, apresentou classificações mais altas de toxicidade; exceto no parâmetro de emergência, no qual o inseticida isolado e a mistura foram classificados como inócuos (Figura 9).

Figura 10 – Diagrama de mapa de calor da classificação (de acordo com a Organização Internacional para o Controle Biológico—IOBC¹) de inseticidas, fungicida e suas misturas com base em seus efeitos sobre as características biológicas de *Trichogramma pretiosum* (mortalidade, parasitismo, emergência) quando o parasitoide foi tratado em diferentes vias de exposição



¹Classificação da Organização Internacional para o Controle Biológico (IOBC). Classe: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%).

6.5 Interação entre as misturas de inseticidas e fungicidas e sua ação em *T. pretiosum*

A mistura composta por Dithane e Oberon, no experimento com a fase imatura (larva) e alimento contaminado, apresentou um efeito antagônico (Tabela 20). Ou seja, quando esses defensivos foram combinados, a mortalidade de *T. pretiosum* foi menor em comparação com os tratamentos isolados. No entanto, em uma única situação, a combinação mostrou um efeito sinérgico: ao associar Dithane e Joiner no experimento com adultos F1 (ovos contaminados). Nos demais casos, as combinações apresentaram efeito aditivo, independentemente do tipo de experimento realizado.

Tabela 20 – Efeito da mistura binária de inseticidas e fungicida para *Trichogramma pretiosum* em diferentes vias de exposição

Via de exposição	Mistura Binária	Razão	Mortalidade				χ^2	Inferência
			Isolado		Mistura			
			MO _a	MO _b	ME	MO _{ab}		
Fase imatura (Larva)	D+O	1:1	7	9	15,37	3	9,95	Antagônico
	D+J	1:1	7	5	11,65	13	0,15	Aditivo
Fase imatura (Pupa)	D+O	1:1	1	6	6,94	3	2,23	Aditivo
	D+J	1:1	1	12	12,88	11	0,27	Aditivo
Adulto F0 (ovos contaminados)	D+O	1:1	4	7	10,72	7	1,29	Aditivo
	D+J	1:1	4	21	24,16	24	0	Aditivo
Adulto F1 (ovos contaminados)	D+O	1:1	0	3	3	0	3	Aditivo
	D+J	1:1	0	10	10	25	22,5	Sinérgico
Alimento contaminado (F0)	D+O	1:1	3	1	3,97	0	3,97	Antagônico
	D+J	1:1	3	30	32	30	0,13	Aditivo
Alimento contaminado (F1)	D+O	1:1	5	0	5	0	5	Antagônico

MO_a e MO_b representam mortalidade observada do primeiro e segundo composto; ME e MO_{ab} representam mortalidade esperada e observada. O valor χ^2 (df = 1 e $\alpha = 0,05$) é 3,84. Se o valor $X^2 < 3,84$, então o efeito é aditivo ou então o valor $X^2 > 3,84$ mostra ação sinérgica (MO_{ab} > ME ou antagônica (MO_{ab} < ME).

7. DISCUSSÃO

Com base no experimento realizado para as fases de desenvolvimento do parasitoide, os índices de emergência nas fases imaturas (ovo/larva e pupa) expostas aos tratamentos foram satisfatórios, mantendo-se acima de 85%. Contudo, efeitos subletais foram identificados com o uso de Joiner (isocloceram) e da mistura Dithane + Joiner, que resultaram em alta deformação nos insetos da geração F0 e F1. Além disso, na geração seguinte, foi observada alta mortalidade. Esses resultados sugerem que o Dithane, quando aplicado isoladamente, não afeta a fase jovem do inseto, uma vez que os efeitos adversos foram associados apenas ao Joiner e à mistura.

O Oberon (espiromesifeno) interfere diretamente no crescimento e desenvolvimento dos insetos. Além disso, o produto já demonstrou atividade ovicida contra algumas espécies de insetos-praga (Costa, 2013; Reis, Altoé e Franco, 2007). No entanto, neste experimento, não foi observado efeito significativo desse inseticida nas fases jovens dos insetos. De forma semelhante Bueno *et al.* (2008) estudaram os efeitos de produtos fitossanitários sobre *T. pretiosum* e utilizando um regulador de crescimento e desenvolvimento não ocorreu efeito nos insetos tratados em sua fase jovem. Esses resultados podem ser explicados pela presença do córion na estrutura do ovo, que é composto por várias camadas e funciona como uma barreira para a entrada de substâncias químicas. Fatores como a espessura e a composição química do córion, bem como as propriedades físico-químicas dos produtos avaliados, como lipofilicidade e peso molecular, podem ter dificultado a penetração do inseticida (Bacci *et al.* 2006 Campbell *et al.* 2016).

Nos experimentos realizados com fêmeas *T. pretiosum* expostos a ovos tratados com os produtos para parasitismo, o Joiner e a mistura Dithane + Joiner provocou elevada mortalidade, indicando que o Joiner pode ter atuado na mortalidade, corroborando com os resultados obtidos por Lira *et al.* (2024), que também observaram mortalidade com o uso desse ingrediente ativo em inimigos naturais. Esse inseticida atua por contato seu efeito nesta pesquisa pode ser atribuído ao modo de ação do inseticida que é neurotóxico, funcionando como modulador alostérico dos canais de cloro mediados pelo GABA (IRAC-BR), de forma que ele mantém os canais inibitórios fechados, e o sistema nervoso não consegue mais ficar em repouso (Syngenta, 2023). É provável que a alta mortalidade esteja diretamente relacionada ao mecanismo de ação do isocloceram.

Não apenas os efeitos letais devem ser considerados na avaliação de defensivos químicos, mas também os efeitos subletais, que podem comprometer significativamente os inimigos naturais expostos aos inseticidas. Esses efeitos podem impactar aspectos como a capacidade de parasitismo, duração da fase imatura, longevidade, razão sexual e emergência (Desneux *et al.*

2007; Potin *et al.* 2022). No bioensaio com fêmeas *T. pretiosum* expostos a ovos tratados com os produtos para parasitismo, foram observados efeitos subletais relacionados ao parasitismo, uma vez que todos os tratamentos investigados impactaram negativamente o desempenho deste parâmetro, incluindo o mancozebe (Dithane). Corroborando com a pesquisa realizada por Santos *et al.* (2023) que também demonstrou que o mancozebe interfere significativamente no parasitismo de *T. pretiosum*, confirmando a interferência no parasitismo de adultos expostos a esse fungicida.

No experimento com superfície contaminada, observou-se que os adultos de *T. pretiosum* expostos às superfícies tratadas com Joiner e a mistura Dithane + Joiner apresentaram uma redução significativa no parasitismo. Esse efeito negativo pode ser atribuído à ação do Joiner, que atua por contato e possui mecanismo de ação neurotóxico. Por outro lado, o Dithane, sendo um fungicida, não costuma apresentar ação direta sobre insetos, o que explica a ausência de impacto significativo quando utilizado isoladamente. De forma semelhante, na pesquisa de Dos Santos *et al.* (2023), a seletividade do ingrediente ativo mancozebe também foi observada para *T. pretiosum*.

No bioensaio de alimento contaminado com os tratamentos, verificou-se que apenas Joiner e a mistura Dithane + Joiner causaram efeitos negativos severos, levando à mortalidade de todos os insetos em menos de 24 horas. Essa mortalidade precoce impossibilitou a obtenção de indivíduos da geração F1 nesses tratamentos. A alta interferência desses tratamentos por ingestão, pode ser explicado pelo Joiner (isocicloceram) atuar por ingestão, esse efeito pode ser atribuído ao modo de ação neurotóxico, funcionando como modulador alostérico dos canais de cloro mediados pelo GABA (IRAC-BR). Além disso, a ingestão direta do inseticida permite que ele alcance a hemolinfa de forma mais rápida, diferente da exposição por contato, em que a barreira tegumentar retarda sua entrada na hemolinfa, desse modo o produto entra no organismo do inseto de forma gradual, conforme descrito por Gerolt (1983). Ainda, nesse experimento, não foram apresentados efeitos significativos com o uso dos outros tratamentos. Esse resultado pode ser explicado pelas características específicas dos produtos, o Oberon atua principalmente no crescimento e desenvolvimento dos insetos, o que pode limitar seu impacto em adultos, o produto inibe a acetil coenzima A carboxilase, enzima que atua na biossíntese de ácidos graxos, componente importante da membrana da célula (Corteva, 2020); já o Dithane, sendo um fungicida, não possui características específicas direcionadas para afetar insetos, o que justifica a ausência de efeitos observados por esses produtos.

É comum que os produtores agrícolas realizem de forma empírica a mistura de diferentes produtos no tanque de pulverização. No entanto, essa prática pode gerar problemas

de natureza física e química, devido às interações entre os produtos utilizados (Gazziero, 2015; 2021). Nesse contexto, ainda são incipientes as pesquisas que investigam os impactos dessas misturas sobre os inimigos naturais nos sistemas agrícolas. Com relação as misturas binárias utilizadas nos bioensaios, a mistura de Dithane + Oberon demonstrou o efeito antagônico no experimento de fase imatura larva, no alimento contaminado F0 e alimento contaminado F1, já para a mistura de Dithane + Joiner foi observado o efeito sinérgico no experimento de ovos contaminados F1.

Para a melhor visualização dos dados, foi elaborado um dendrograma de agrupamento com todos os resultados dos tratamentos, abrangendo os parâmetros biológicos nas diferentes vias de contaminação e gerações. A análise revelou a formação de dois grupos distintos: o primeiro, composto por água (testemunha), Oberon, Dithane e a mistura Dithane + Oberon, apresentou menor efeito aos parasitoides e índices satisfatórios de desempenho. Já o segundo grupo, formado por Joiner e Dithane + Joiner, demonstrou maiores efeitos adversos ao parasitoide *T. pretiosum*, evidenciando que o efeito principal pode ser pelo inseticida Joiner.

A classificação de seletividade de defensivos químicos para inimigos naturais é essencial para fornecer ao produtor rural informações que possibilitem decisões mais assertivas quanto ao uso dos métodos de controle que podem ser aplicados de forma integrada (Bacci et al., 2009; Carvalho; Passos, 2022). A seletividade foi classificada com base na metodologia da Organização Internacional para o Controle Biológico (IOBC), e um mapa de calor foi elaborado, considerando os tratamentos, as vias de exposição e os parâmetros biológicos avaliados. Observou-se que Oberon, Dithane e sua mistura foram classificados como inócuos na maioria dos testes. Em contrapartida, Joiner e a mistura Joiner + Dithane apresentaram classificações de toxicidade mais elevadas, com exceção do parâmetro de emergência. No caso da toxicidade elevada a IOBC, recomenda serem feitos experimentos de semi-campo e campo.

Na maioria dos resultados o Joiner foi quem causou efeitos mais expressivos de interferência ao parasitoide, no entanto, o isocloseram é um novo ingrediente ativo sem dados robustos publicados que permitam discussões mais aprofundadas sobre sua interação com inimigos naturais até o momento. Portanto, nos experimentos realizados, o isocloseram parece afetar o *T. pretiosum*, pesquisas futuras com outros inimigos naturais adicionarão mais informações sobre esse ingrediente ativo e sua atuação que possam dar mais suportes os dados encontrados nessa pesquisa (LIRA et al., 2024).

8. CONCLUSÃO

- Para os efeitos letais, fêmeas expostas a ovos tratados para parasitismo, com Joiner e a mistura Dithane+Joiner tiveram alta mortalidade. De maneira semelhante, os insetos que se alimentaram dos tratamentos Joiner e Dithane + Joiner também exibiram índices de mortalidade elevados, com 100% de mortalidade.
- Para os efeitos subletais foi observado que, os ovos tratados com Joiner e a mistura Dithane + Joiner nas fases jovens do parasitoide ocasionou alta deformação nos insetos das gerações F0 e F1. Além disso, insetos que tiveram contato com ovos contaminados tiveram interferência de parasitismo em todos os tratamentos. De forma semelhante, insetos adultos que tiveram contato com superfície inerte tratadas com Joiner e Dithane + Joiner tiveram sua capacidade de parasitismo reduzidas significativamente.
- A mistura Dithane + Joiner apresentou efeito sinérgico em experimentos com ovos contaminados e na geração F1, já a mistura de Dithane + Oberon demonstrou efeito antagônico em fases imaturas e nos experimentos com alimento contaminado (F0 e F1).
- Com o dendrograma e o mapa de calor o grupo com maior toxicidade foi Joiner e Dithane + Joiner, os demais foram considerados seletivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT- Sistema de agrotóxico e fitossanitários. **Consulta de ingrediente ativo**. 2025. Disponível em: < https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 9 de janeiro de 2025.

AHMAD, Mushtaq. Potentiation/antagonism of deltamethrin and cypermethrins with organophosphate insecticides in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 80, n. 1, p. 31-42, 2004.

ALVARENGA, Marco. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 3. ed. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2022.

ARTHROPOD PESTICIDE RESISTANCE DATABASE | Michigan State University. **Location Where Resistance is Reported**. Disponível em: <<https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=610>>. Acesso em: 9 jan. 2025.

BACCI, Leandro; PICANÇO, Marcelo *et al.* Seletividade fisiológica de inseticidas aos inimigos naturais de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) em brássicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 20-25, 2009.

BACCI, Leandro; FERNANDES, Fernanda *et al.* Seletividade fisiológica de inseticidas a vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Biossay**, v. 1, p. 1-7, 2006.

BRASIL. **Portaria nº 148, de 26 de dezembro de 2017**. Dispõe sobre a mistura de agrotóxicos em tanque de pulverização. Diário oficial da união. Brasília, DF. ISSN 1677-7042, p.3, Seção 1, dez 2017

BUENO, Adeney; BORTOLOTTI, Orcial *et al.* Seletividade de agrotóxicos utilizados na soja aos agentes de controle biológico de pragas. In: 13º SICONBIOL, SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, Bonito. **Anais do Evento**, v.1.p.01-01, 2013.

BUENO, Adeney; CARVALHO, Geraldo *et al.* Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, p. 20, 2017.

BUENO, Adeney; BUENO, Regiane *et al.* Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência Rural**, v. 38, p. 14-15, 2008.

CAMPBELL, Brittany; PEREIRA, Roberto *et al.* Complicações com o controle de ovos de insetos. Resistência a inseticidas, p. 83-96, 2016.

CARVALHO, Geraldo; PARRA, Jose *et al.* Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, 2001. 25: 583-591.

CARVALHO, Geraldo; PASSOS, Luis. Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais. **Revista Gebio**, v.1, n.1, p.19-20, 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Compêndio de Estudos Conab** / Companhia Nacional de Abastecimento. – v. 1. - Brasília: Conab, 2016. Irregular Disponível também em: <http://www.conab.gov.br>

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica – custos – tomate** / Brasília: Conab, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/827-tomate>

CONSOLI, Fernando; BOTELHO, Paulo *et al.* Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, (Hym., Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 125, n. 1-2, p. 37-43, 2001.

CONSOLI, Fernando; PARRA, Jose *et al.* (Ed.). Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma*. **Springer Science & Business Media**. New York, V. 10, 2010.

COSTA, Mariana. A. Seletividade fisiológica de inseticidas utilizados em algodoeiro para *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Tese **Entomologia, Lavras**, p. 85, 2017.

COSTA, Thaís. **Épocas de aplicação do Espiromesifeno no controle de Brevipalpus Phoenicis (Geijskes)(Acari: tenuipalpidae) em cafeeiro**. Uberlândia, 2013.

CORTEVA. Boas práticas agrícolas manejo integrado de pragas **Modos de Ação de Inseticidas**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.corteva.com.br/content/dam/dpagco/corteva/la/br/pt/bpa-site/ebooks/pdfs/Ebook_MIP_Manejo_Integrado_de_Pragas_Modos_de_acao_de_inseticidas.pdf>.

DE CASTRO, Vera. Agricultural Pesticides Mixtures Use and Its Toxicological Implications in Health. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**. Jaguariúna, 2009 v. 4, n. 1, p. 87-94.

DESNEUX, Nicolas; DECOURTYE, Alex *et al.* The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Reviews Entomology**, v. 52, n. 1, p. 81, 2007.

DOS SANTOS, Vinícius; DAMASCENA, Aixelhe *et al.* Action of fungicide recommended for the tomato culture on *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Contribuciones a las ciencias sociales**, v. 16, n. 2, p. 732-744, 2023.

FAOSTAT. Roma: **FAO**, 2022. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.

FARIA, C. A.; TORRES, J. B.; FERNANDES, A. M. V.; FARIAS, A. M. I. Parasitism of *Tuta absoluta* in tomato plants by *Trichogramma pretiosum* Riley in response to host density and plant structures. **Ciência Rural**, v. 49, n. 5, 2019.

FONTES, Eliana; VALADARES-INGLIS, Maria - **Controle biológico de pragas da agricultura** – Brasília, DF: Embrapa, 2020.

FOUAD, Hany; DA CAMARA, Claudio *et al.* The synergistic effects of five essential oils and eight chiral compounds on deltamethrin-piperonyl butoxide insecticide against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 26, n. 2, p. 10, 2023.

GALLO, Domingos; NAKANO, Octávio *et al.* **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920 p, 2002.

GAZZIERO, Dionísio; OLIVEIRA, Rone *et al.* **Manual técnico para subsidiar a mistura em tanque de agrotóxicos e afins** – Londrina: Embrapa Soja. - Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; p.23, n. 437, 2021.

GAZZIERO, Dionísio. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**. Viçosa, v. 33, n. 1, p. 83–92, 2015.

GEROLT, Philip. Insecticides: their route of entry, mechanism of transport and mode of action. **Biological Reviews**, v. 58, n. 2, p. 233-274, 1983.

GUEDES, Raul; PICANÇO, Marcelo. The tomato borer *Tuta absolutain* South America: pest status, management and insecticide resistance. **EPPO Bulletin**, v. 42, n. 2, p. 211–216, ago. 2012.

HAJI, Francisca. Histórico e situação atual da traça do tomateiro nos perímetros irrigados ao Submédio São Francisco. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 3., 1992, Águas de Lindóia. **Anais**. Águas de Lindóia: Embrapa, p. 57-59, 1992.

HASSAN, Sherif; ABDELGADER, Hayder. A sequential testing program to assess the side effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **IOBC WPRS BULLETIN**, v. 24, n. 4, p. 71-82, 2001.

HOTHORN, Torsten; BRETZ, Frank *et al.* Simultaneous inference in genneral parametric models. **Biometrical Journal**, German, v .50, p. 346–363, 2008.

HUMMELBRUNNER, Laurin; ISMAN, Murray. Acute, sublethal, antifeedant, and synergistic effects of monoterpenoid essential oil compounds on the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lep., Noctuidae). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 715-720, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agropecuária**. Brasília/Distrito Federal: IBGE 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>>. Acesso em: 9 jan. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal**. [online]. /Brasília, Distrito federal; 2015. Disponível em: <http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=c&p=PA&z=t&o=11> Acessado em: 03 jan 2017.

Koppert Produtos | Pretiobug. Disponível em: <<https://www.koppert.com.br/pretiobug/>>. Acesso em 09 de janeiro de 2025.

LIRA, Rogério., NASCIMENTO, Deivy *et al.* Assessment of Boll Weevil Susceptibility to Isocycloseram and Ethiprole and Differential Toxicity to Natural Enemies. **Neotropical Entomology**, p. 1-12, 2024.

LOPES, Sinval; PAIXÃO, Michel *et al.* Viabilidade econômica de biofábrica de *Trichogramma pretiosum* para uso contra pragas agrícolas da ordem Lepidoptera. **Revista IPecege**, v. 4, n. 1, p. 44–50, 2018.

Mojena R (1977) Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. *Comput J* 20:359–363

MOURA, Alexandre; CARVALHO, Grealdo *et al.* Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do tomateiro a *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 203–210, 2005.

MOURA, Alexandre; GUIMARÃES, Jorge *et al.* Compatibilidade de agrotóxicos utilizados no tratamento fitossanitário do tomateiro com *Trichogramma pretiosum* (Hym: Trichogrammatidae) /- Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 24 p, ISSN 1677-2229, 158, 2018.

NEEDHAM, Larry; BARR, Dana *et al.* Concentrations of environmental chemicals associated with neurodevelopmental effects in US population. **Neurotoxicology**, v. 26, n. 4, p. 531-545, 2005.

NELDER, John. WEDDERBURN, R. W. M. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society**, London, v. 135, p. 370–384. 1972.

NICK, Carlos; SILVA Derly *et al.* **Tomate: do plantio a colheita** / Viçosa (MG): Ed. UFV, 2018

OLIVEIRA, Ruan; PASTORI, Patrik *et al.* Natural parasitism of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs on tomato (Solanales: Solanaceae) in the Northeast region, Brazil: **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, p. 474-475, 2019.

OLIVEIRA, Ruan; PASTORI, Patrik *et al.* Action of fungicide recommended for the tomato culture on *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera:Trichogrammatidae). **Contribuciones a las ciencias sociales**, v. 16, n. 2, p. 732-744, 2023.

OLIVEIRA, Ruan; PASTORI, Patrik *et al.* Dispersal of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in sweet corn, cucumber and cabbage. In the Ceará State. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, n. 1, 2020.

PARRA Jose; PINTO Alexandre *et al.* **Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira** Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2021.

PARRA, Jose. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba. Piracicaba: Fealq, p. 121–150, 1997.

PERES, Thiago. **O uso de agroquímicos seletivos é a chave para o sucesso do MIP.** 2016 Disponível em: <<https://promip.agr.br/blog-2016-05-o-uso-de-agroquimicos-seletivos-e-a-chave-para-o-sucesso-do-mipcompleto/>>. Acesso em: 9 jan. 2025.

THERNEAU, Terry. Survival Analysis [R package survival version 2.41-3]. Comprehensive R Archive Network (CRAN).

PICANÇO, Marcelo; GONRING, Alfredo *et al.* Manejo integrado de pragas. **Viçosa, MG: UFV, 2010.**

PICANÇO, Marcelo; LOPES, Mayara *et al.* **Tópicos de manejo integrado de pragas I.** Viçosa, MG: UFV, Departamento de Entomologia, 2021.

POF 2017-2018: **brasileiro ainda mantém dieta à base de arroz e feijão, mas consumo de frutas e legumes é abaixo do esperado.** Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28646-pof-2017-2018-brasileiro-ainda-mantem-dieta-a-base-de-arroz-e-feijao-mas-consumo-de-frutas-e-legumes-e-abaixo-do-esperado>>.

POLETTI, Marcelo. **Desafios e oportunidades para o manejo de pragas e doenças no sistema mip experiência importância do monitoramento de pragas e doenças na cultura do tomate o primeiro módulo.** Disponível em: <<https://mipexperience.agr.br/wp-content/uploads/2023/04/revista-mip-experience-07.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2025.

POTIN, Denner; MACHADO, Anderson *et al.* Multiple factors mediate insecticide toxicity to a key predator for cotton insect pest management. **Ecotoxicology**, v. 31, n. 3, p. 490-502, 2022.

PRATISSIOLI, Dirceu; PARRA Jose *et al.* **Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.35, n.7, p. 128, 2000.

PRATISSOLI, Dirceu. *et al.* **Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado.** Pesquisa agropecuária brasileira., Brasília, v. 40, n. 7, p. 715–718, jul. 2005.

PRETIOBUG. (Bula). Charqueada-SP: **koppert do brasil macrobiológicos Ltda.** Disponível em: https://www.koppert.com.br/content/brasil/Produtos/Pretiobug/Pretiobug_Bula_01.06.2023.pdf Acesso em: 9 jan. 2025.

REIS, Paulo; ALTOÉ, Bernardo *et al.* Controle de ácaros-praga em cafeeiro com produto de efeito fisiológico e o impacto sobre ácaros benéficos. **Coffee Science**, Lavras, 2007.

RIBEIRO, Leandro VENDRAMIM, José *et al.* **Inseticidas botânicos no brasil: aplicações, potencialidades e perspectivas.** Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, v.1, p. 652, 2023.

RIGITANO R.D.O., CARVALHO G.A. **Toxicologia e seletividade de inseticidas.** Lavras: UFLA/Faepe, p. 72 2001.

ROCHA, Luis; CARVALHO, Geraldo. Adaptação da metodologia padrão da IOBC para estudos de seletividade com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. Maringá: **Acta Sci. Agron**, v. 26, n. 3, p. 315-320, 2004.

RUBIO, Felipe; MONTES, Flavio *et al.* predator-parasitoid mathematical model to describe the biological control of the tomato leafminer *Tuta absoluta*. Brazil: **Ecological Complexity**, v. 50, p. 10, 2022.

SILVA, Wanderson. Os riscos no uso indiscriminado de agrotóxicos: uma contaminação invisível. **Informativo Técnico do Semiárido**, Pombal, v. 11, n. 1, p. 52-66, 2017.

SPAGNOL, Daniel; GRÜTZMACHER, Anderson *et al.* Compatibilidade de milho transgênico com o parasitoide *Trichogramma pretiosum*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 1, p. 43-51, 2017.

STEIN, Cesar; PARRA, Jose. Uso da radiação ultravioleta para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v. 16, n. 1, p. 229–331, 1987.

TORRES, Jorge; BUENO, Adeney. Conservation biological control using selective insecticides a valuable tool for IPM. **Biological Control**, v. 126, p. 53-64, 2018.