

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGEGB

**SELETIVIDADE DE INSETICIDAS (MICROBIOLÓGICO E
ALTERNATIVO) À ADULTOS DE *Chrysoperla externa*
(HAGEN, 1861) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)**

Adner Wilian Fernandes de Almeida

Dourados-MS
Fevereiro de 2026

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGE CB

Adner Wilian Fernandes de Almeida

**SELETIVIDADE DE INSETICIDAS (MICROBIOLÓGICO E
ALTERNATIVO) À ADULTOS DE *Chrysoperla externa*
(HAGEN, 1861) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)**

Dissertação/ apresentada à Universidade Federal
da Grande Dourados (UFGD), como parte dos
requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e
Conservação

Orientador(a): Dra Rosilda Mara Mussury

Dourados-MS
Fevereiro de 2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A447s Almeida, Adner Wilian Fernandes De
SELETIVIDADE DE INSETICIDAS (MICROBIOLÓGICO E ALTERNATIVO) À
ADULTOS DE *Chrysoperla externa* (HAGEN, 1861) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) [recurso
eletrônico] / Adner Wilian Fernandes De Almeida. -- 2026.
Arquivo em formato pdf

Orientadora: Rosilda Mara Mussury Franco Silva.
Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal
da Grande Dourados, 2026.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Aspecto. 2. Seletividade. 3. Biológicos. I. Silva, Rosilda Mara Mussury Franco. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**“Seletividade de inseticidas (microbiológico e alternativo) a adultos
de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)”.**

Por

ADNER WILIAN FERNANDES DE ALMEIDA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Documento assinado digitalmente
 **ROSILDA MARA MUSSURY FRANCO SILVA**
Data: 02/02/2026 17:39:01-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr.^a Rosilda Mara Mussury Franco Silva
Presidente - UFGD

Documento assinado digitalmente
 **PATRIK LUIZ PASTORI**
Data: 03/02/2026 08:48:23-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. Patrik Luiz Pastori - UFGD
Membro titular

Documento assinado digitalmente
 **EMERSON MACHADO DE CARVALHO**
Data: 04/02/2026 21:36:24-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. Emerson Machado de Carvalho - UFESBA
Membro titular

Dissertação aprovada em: 02 de fevereiro de 2026

À minha mãe, por todo apoio e amor.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, ao universo e a ciência pelas oportunidades, aprendizados e caminhos que se abriram ao longo desta trajetória de vida e acadêmica.

Sou muito grato à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa ofertada ao longo do mestrado.

Expresso minha gratidão à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e, em especial, à Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), pela estrutura, ensino e oportunidades oferecidas ao longo do mestrado.

Agradeço profundamente à minha orientadora, Profa. Dra. Rosilda Mara Mussury, pela orientação, confiança, ensinamentos, dedicação e contribuições fundamentais para a realização deste trabalho.

Estendo meus agradecimentos aos professores Dr. Patrik Luiz Pastori, Dra. Michele Castro de Paula Silva e Dr. Fabrício Fagundes Pereira, pelo conhecimento compartilhado, apoio acadêmico e contribuições ao longo da minha formação.

Por fim, agradeço aos companheiros dos laboratórios LIIP e LECOBIOOL pelo suporte, colaboração, trocas de conhecimento e apoio durante o desenvolvimento desta dissertação.

“Não espere o futuro mudar tua vida, porque o futuro é a consequência do presente.”

Racionais MC's – A Vida É Desafio

Aspectos biológicos e seletividade de adultos de *Chrysoperla externa* (HAGEN, 1861) na cultura do milho

A intensificação do uso de inseticidas nas diferentes culturas, incluindo o milho (*Zea mays* L.) aumenta a necessidade de avaliações de compatibilidade com inimigos naturais utilizados no controle biológico. *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) é um dos principais predadores associados ao milho no Brasil, porém grande parte dos estudos sobre seletividade concentra-se em estágios imaturos, havendo menor disponibilidade de informações sobre os efeitos de produtos fitossanitários em adultos. Com base em uma fundamentação teórica sobre a biologia, desenvolvimento e comportamento da espécie, este estudo teve como objetivo avaliar experimentalmente os efeitos letais e subletais de diferentes produtos utilizados no manejo de pragas do milho sobre adultos de *C. externa*. Bioensaios foram conduzidos em condições controladas utilizando o sistema ASPECLE, com quatro tratamentos: Acefato, *Isaria fumosorosea*, extrato aquoso de *Simarouba* sp. e controle (Água destilada). A mortalidade foi corrigida por Abbott e os produtos classificados segundo os critérios da IOBC/WPRS, além de serem avaliados efeitos subletais sobre sobrevivência e oviposição. O acefato provocou mortalidade total e foi classificado como nocivo (Classe 4). *Isaria fumosorosea* apresentou efeito levemente nocivo (Classe 2), enquanto o extrato de *Simarouba* sp. foi considerado inócuo (Classe 1), com taxas de sobrevivência e oviposição semelhantes ao controle. Os resultados indicam que o agente microbiológico e o extrato vegetal testados são compatíveis com *C. externa*, reforçando seu potencial como agente de controle biológico no milho e a importância de priorizar insumos seletivos em programas de MIP.

Palavras-chave: Aspecle, inimigos naturais, manejo integrado de pragas, Acefato.

Biological aspects and selectivity of adults of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) in maize cultivation

The intensification of insecticide use in maize (*Zea mays* L.) cultivation has increased the need to assess their compatibility with natural enemies used in integrated pest management (IPM). *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) is one of the main predators associated with maize in Brazil; however, most studies on selectivity focus on immature stages, and there is limited information available on the effects of phytosanitary products on adults. Based on a structured theoretical framework regarding the biology, development, and behavior of the species, this study aimed to experimentally evaluate the lethal and sublethal effects of different products used in maize pest management on adults of *C. externa*. Bioassays were conducted under controlled conditions using the ASPECLE system, with four treatments: acephate, *Isaria fumosorosea*, aqueous extract of *Simarouba* sp., and distilled water as control. Mortality was corrected using Abbott's formula, and the products were classified according to IOBC/WPRS criteria, in addition to evaluating sublethal effects on survival and oviposition. Acephate caused total mortality and was classified as harmful (Class 4). *Isaria fumosorosea* exhibited a slightly harmful effect (Class 2), whereas the *Simarouba* sp. extract was considered harmless (Class 1), with survival and oviposition rates similar to those of the control. The results indicate that *Chrysoperla externa* is highly compatible with biological agents and plant extracts, reinforcing its potential as a biological control agent in maize and highlighting the importance of prioritizing selective inputs in IPM programs.

Keywords: Aspecle, natural enemies, integrated pest management, acephate

Lista de Figuras

1. Figura 1. Criação de insetos divididos e seccionados para montagem do experimento. (p. 28)
2. Figura 2. Componentes do sistema de sucção utilizado para manipulação de *Chrysoperla externa*. (A) Tubos de vidro para contenção individual; (B) Compressor aspirador Fanem® Diapump; (C) Tubos conectores e manifold. (p. 29)
3. Figura 3. Sistema ASPECLE montado em diferentes fases. (p. 30)
4. Figura 4. Materiais utilizados nas unidades experimentais. (A) Disco foliar de milho; (B) Papel sulfite para oviposição; (C) Algodão umedecido; (D) Dieta mel + levedura. (p. 33)
5. Figura 5. Recipientes contendo os casais de *Chrysoperla externa* por tratamento e repetição, utilizados na fase crônica após 120 horas de exposição no sistema ASPECLE. (p. 34)
6. Figura 6. Curvas de sobrevivência de *Chrysoperla externa* (120h) nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 (Kaplan–Meier). (p. 36)
7. Figura 7. Sobrevivência de fêmeas de *Chrysoperla externa* (Kaplan–Meier) até 21 dias. (p. 39)
8. Figura 8. Curvas de sobrevivência (Kaplan–Meier) de machos de *Chrysoperla externa* ao longo de 21 dias (com percentuais finais). (p. 41)
9. Figura 9. Oviposição média de *C. externa* após 24h. (p. 44)
10. Figura 10. Oviposição média após 5 dias. (p. 44)
11. Figura 11. Oviposição média após 10 dias. (p. 45)
12. Figura 12. Oviposição média após 15 dias (com indicação de diferenças por Tukey). (p. 46)
13. Figura 13.

Lista de Tabelas

1. Tabela 1. Princípio ativo de cada produto (conforme informação técnica). (p. 31)
2. Tabela 2. Tratamentos avaliados nos ensaios de toxicidade para *Chrysoperla externa* e respectivas doses utilizadas. (p. 31–32)
3. Tabela 3. Classificação toxicológica de agrotóxicos (Brasil, 2025). (p. 32)
4. Tabela 4. Mortalidade acumulada e corrigida de *Chrysoperla externa* sob diferentes tratamentos ao longo do tempo e classificação segundo critérios IOBC/WPRS. (p. 37)
5. Tabela 5. Sobrevivência de fêmeas de *Chrysoperla externa* ao longo do tempo, redução vs. controle e classificação IOBC/WPRS. (p. 40)
6. Tabela 6. Sobrevivência de machos de *Chrysoperla externa* ao longo do tempo, redução vs. controle e classificação IOBC/WPRS. (p. 42)
7. Tabela 7. Média $\pm$ desvio-padrão da oviposição de *Chrysoperla externa* (24h, 5, 10 e 15 dias), com letras de Tukey. (p. 43)

Resumo	
Abstract	
Lista de Figuras	
Lista de Tabelas	

1. Introdução Geral

2. Biologia, Desenvolvimento e Comportamento de *Chrysoperla externa*

2.1 Biologia	
2.2 Desenvolvimento	
2.3 Comportamento	

3. Seletividade de inseticidas utilizados na cultura do milho sobre adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)

3.1 A cultura do milho	
3.2 <i>Chrysoperla externa</i> no manejo integrado de pragas na cultura do milho	
3.3 Seletividade e toxicidade de inseticidas sobre inimigos naturais	
3.4 Fungos entomopatogênicos e sua importância no controle biológico	
3.5 Extratos aquosos vegetais e inseticidas naturais	
3.6 Acefato como inseticida de referência em estudos de toxicidade	

4. Material e Métodos

4.1 Local do experimento	
4.2 Criação de <i>Chrysoperla externa</i>	
4.3 Estrutura do sistema ASPECLE	
4.4 Tratamentos	
4.5 Preparo dos tratamentos	
4.6 Variáveis avaliadas	
4.7 Amostragem	
4.8 Análise estatística	

.

5. Resultados

6. Discussões

7. Conclusão

8. Referências Bibliográficas

1. Introdução

A intensificação no uso dos sistemas agrícolas considerando as últimas décadas tem imposto desafios crescentes à conciliação entre produtividade e sustentabilidade ambiental. Na cultura do milho (*Zea mays* L.), uma das mais importantes do agronegócio brasileiro, o uso recorrente de inseticidas químicos permanece como uma das principais estratégias de controle de pragas, especialmente frente à elevada pressão exercida por espécies como *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) e *Dalbulus maidis* (DeLong, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae). Embora eficaz no controle imediato desses organismos, a aplicação intensiva de produtos fitossanitários tem provocado impactos significativos sobre organismos não alvo, comprometendo o equilíbrio ecológico dos agroecossistemas e a eficiência do controle biológico natural.

Os inimigos naturais assumem papel estratégico nos programas de manejo integrado de pragas (MIP), ao atuarem na regulação populacional de artrópodes-praga e reduzirem a dependência de inseticidas de amplo espectro. Entre esses organismos, os crisopídeos do gênero *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae) destacam-se pela ampla distribuição, elevada plasticidade ecológica e reconhecida eficiência predatória. *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), em particular, apresenta elevada voracidade, ampla adaptação a diferentes condições ambientais e ocorrência frequente em sistemas agrícolas tropicais, configurando-se como um dos principais predadores associados à cultura do milho no Brasil.

A eficiência de *C. externa* como agente de controle biológico resulta da combinação entre atributos biológicos, fisiológicos e comportamentais que favorecem sua permanência e atuação nos agroecossistemas. As larvas são predadoras generalistas, capazes de consumir diferentes espécies de insetos de corpo mole, enquanto os adultos apresentam elevada longevidade e fecundidade quando dispõem de recursos alimentares adequados. A espécie demonstra capacidade de ajuste comportamental frente à disponibilidade de presas e à estrutura do ambiente, características que potencializam sua utilização em programas de MIP.

Apesar da relevância ecológica e agrônômica, a permanência e a eficiência de *C. externa* em áreas cultivadas podem ser severamente comprometidas pela exposição a inseticidas utilizados no manejo do milho, pois, muitas vezes, esses produtos são utilizados de maneira indiscriminada ou sem levar em consideração sua seletividade causando assim efeitos letais e, sobretudo, subletais, interferindo na sobrevivência, longevidade, oviposição e comportamento dos indivíduos. Esses efeitos, muitas vezes não evidentes em avaliações imediatas, podem reduzir a capacidade de colonização e o potencial reprodutivo do predador, enfraquecendo o controle biológico ao longo do tempo.

A seletividade de inseticidas, entendida como a capacidade de um produto atuar de forma eficaz sobre o organismo-alvo com o mínimo impacto sobre inimigos naturais, constitui um dos princípios centrais do manejo integrado de pragas e da agricultura sustentável. Nesse sentido, torna-se essencial avaliar não apenas inseticidas químicos convencionais, mas também agentes de controle microbiológico e extratos vegetais, que vêm sendo cada vez mais incorporados às estratégias de manejo no milho. A compreensão dos efeitos desses produtos sobre *C. externa*, especialmente na fase adulta, é fundamental para a escolha de insumos compatíveis com a conservação da entomofauna benéfica.

Embora exista volume considerável de estudos abordando aspectos biológicos e a eficiência predatória de *C. externa*, observa-se que grande parte das pesquisas concentra-se nos estágios imaturos, havendo menor número de trabalhos dedicados à avaliação sistemática dos efeitos letais e subletais de produtos fitossanitários sobre adultos da espécie, particularmente no contexto da cultura do milho. Essa lacuna científica limita a formulação de recomendações técnicas mais precisas e dificulta a integração efetiva do predador em programas de manejo conservacionista.

O presente estudo teve como objetivo, a partir do conhecimento científico disponível sobre os aspectos biológicos, de desenvolvimento e comportamento de *C. externa*, avaliar experimentalmente a seletividade de alguns produtos recomendados na cultura do milho sobre adultos da espécie. Assim, com base em fundamentação teórica

estruturada sobre a biologia, o desenvolvimento e o comportamento de *C. externa*, este estudo conduziu um experimento laboratorial para avaliar os efeitos letais e subletais de diferentes produtos utilizados no manejo de pragas do milho sobre adultos da espécie.

Este trabalho, fundamentado em resultados experimentais, visa subsidiar o manejo integrado de pragas no milho, com foco na seletividade de insumos e na conservação de *C. externa* como agente de controle biológico.

2. Aspectos biológicos, desenvolvimento e comportamento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)

2.1 Biologia

Chrysoperla externa (Hagen, 1861) é uma das espécies de crisopídeos mais amplamente estudadas no Brasil, destacando-se por sua biologia adaptável e seu papel fundamental em programas de controle biológico. Os estudos clássicos de (Aun, 1986) descreveram em detalhe as fases do desenvolvimento, a morfologia e os hábitos alimentares, evidenciando a voracidade das larvas e a eficiência predatória contra diversas pragas de importância agrícola. (Perez et al. 1984) e (Ribeiro et al. 1993) contribuíram com dados sobre alimentação e comportamento de adultos, indicando que dietas adequadas influenciam diretamente a fecundidade e longevidade. O sistema digestivo simplificado e a ausência de peças bucais perfurantes tornam as larvas dependentes do contato direto com a presa, atuando como predadores ativos com elevada capacidade de busca (Pessoa et al., 2004; Vargas, 2025). O dimorfismo sexual pouco acentuado, mas presente, e a oviposição isolada de ovos pedunculados demonstram adaptações reprodutivas que favorecem a dispersão e a proteção contra canibalismo (Fernandes, 2023; Albuquerque et al., 1994; Auad et al., 2003).

Os estudos recentes reforçam o papel estratégico da espécie em diferentes culturas agrícolas. (Borges et al. 2024) evidenciaram que *Chrysoperla externa* apresenta alto potencial no controle da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), praga de relevância mundial para a cultura do milho. A pesquisa demonstrou que a capacidade predatória das larvas está diretamente ligada à manutenção do equilíbrio populacional da praga, fortalecendo a aplicação do predador em programas de manejo integrado. De forma complementar, (Caleffi et al. 2024) destacaram em uma revisão sobre o manejo de pragas do milho que a biologia de *Chrysoperla externa*, marcada por sua plasticidade reprodutiva e pela adaptação a diferentes condições ambientais, proporciona vantagens frente a outras espécies de inimigos naturais, destacando-a como uma das principais espécies utilizadas no controle biológico em campo.

A longevidade dos adultos pode variar significativamente conforme a fonte alimentar, sendo superior quando há disponibilidade de carboidratos e proteínas, como o mel e pólen de forrageiras (Lemes, 2023). Os dados de (Martins, 2023) demonstram que fêmeas alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* hoje *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) em sua fase larval, podem viver até 44 dias e produzir mais de 600 ovos, com alta viabilidade embrionária. Estudos de (Vargas, 2025) confirmam a fecundidade elevada como um dos fatores determinantes para o sucesso da espécie como agente de controle, especialmente pela rápida colonização de áreas infestadas. Trabalhos adicionais, como os de (Carvalho et al. 2023), reforçam essa plasticidade reprodutiva, evidenciando que mesmo em dietas artificiais, *Chrysoperla externa* mantém bom desempenho biológico. Além disso, a morfologia do aparelho reprodutor observada em análises morfométricas (Fernandes, 2023) corrobora a especialização da espécie para produção contínua de ovos, com grande sincronia entre maturação sexual e fase de alimentação.

Conforme apontado por (Pitta e Mendes, 2021), essa eficiência biológica também se expressa na interação com pulgões em agroecossistemas de milho. Os autores destacam que a presença abundante de hospedeiros, como *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) e *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775), influencia a dinâmica populacional de *Chrysoperla externa*, garantindo alimento contínuo para o predador e favorecendo sua reprodução. Essa combinação de fatores, alta fecundidade, longevidade variável, rápida maturação, eficiência predatória e interação positiva com diferentes presas confere à espécie um papel estratégico no manejo integrado de pragas, com vantagens operacionais em ambientes agrícolas diversos.

2.2 Desenvolvimento

O desenvolvimento de *Chrysoperla externa* é influenciado por fatores como tipo de alimento, temperatura, substrato da presa e condições ambientais. A espécie apresenta desenvolvimento holometábolo, com três instares larvais distintos antes da pupação, e duração total do período pré-imaginal que varia entre 18 a 40 dias, dependendo das

condições experimentais (Gonçalves et al., 2021; Xavier, 2023). Estudos com diferentes presas, como *Aphis gossypii* Glover, 1877, *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), demonstraram que o tipo de presa influencia o tempo de desenvolvimento, sobrevivência larval e peso de pupas, sendo *Bemisia tabaci* criada em couve uma das mais favoráveis para redução no ciclo e aumento da massa corporal (Silva et al., 2004; Gonçalves et al., 2021). O trabalho de (Pessoa et al. 2004) complementa ao mostrar que a eficiência predatória nas fases larvais está associada ao valor nutricional da presa, refletindo diretamente na velocidade de desenvolvimento e na viabilidade pupal. (Lemes et al. 2023) indicam que larvas originadas de adultos alimentadas com pólen de forrageiras apresentam diferenças significativas no tempo de emergência e longevidade, demonstrando o papel indireto de fontes alimentares alternativas no ciclo de vida.

A fase de ovo é particularmente sensível, representando o ponto inicial do ciclo. (Armas et al. 2023) verificaram que resíduos de inseticidas comprometem a viabilidade embrionária e reduzem a taxa de emergência, destacando a importância dessa fase para a manutenção populacional do predador. Essa vulnerabilidade inicial tem reflexos diretos na formação de populações adultas viáveis, afetando a disponibilidade de indivíduos capazes de atuar no controle biológico em campo.

Na fase larval, os efeitos ambientais e químicos são decisivos para a sobrevivência. (Pasini et al. 2020) demonstraram que a ação residual de cinco inseticidas prolongou a duração dos ínstar, reduziu as taxas de pupação e comprometeu a emergência de adultos, evidenciando que o desenvolvimento larval não é apenas função da dieta, mas também da interação com fatores externos. De forma complementar, (Loss et al. 2025) destacaram que, em sistemas de milho, a disponibilidade de presas como *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott, 1923, permite a continuidade do desenvolvimento até a fase adulta, reforçando a plasticidade trófica da espécie. As alterações no desenvolvimento larval repercutem na qualidade do adulto emergente, podendo resultar em indivíduos menos vigorosos, com menor capacidade de dispersão e reprodução.

A fase de pupa é um período de transição crucial, no qual interferências ambientais ou químicas podem comprometer a emergência dos adultos. (Acevedo et al.

2024) apontaram que a exposição ao imidacloprido pode afetar a integridade celular e comprometer a formação adequada de adultos, demonstrando que efeitos subletais durante o estágio pupal repercutem diretamente na fase reprodutiva. (Cosme et al. 2009), ao avaliarem o óleo de neem, observaram redução na taxa de emergência, confirmando que até inseticidas de origem botânica podem impactar negativamente a transição entre fases. Nessa fase, interferências ambientais ou químicas não apenas reduzem a taxa de emergência, mas também comprometem a formação de adultos plenamente funcionais, afetando o potencial de colonização e reprodução da espécie no campo.

A fase adulta concentra características de maior interesse para programas de controle biológico, como longevidade, fecundidade e capacidade de dispersão. (Armas et al. 2023) verificaram que a exposição a resíduos de inseticidas reduziu significativamente a fecundidade e a longevidade dos adultos, comprometendo sua eficiência como agentes de controle. (Cosme et al. 2009) também relataram redução na oviposição após exposição ao óleo de neem, indicando riscos ao potencial reprodutivo do inimigo natural. Esses achados reforçam a necessidade de avaliar criteriosamente os insumos aplicados em campo, especialmente considerando sua seletividade para adultos de *Chrysoperla externa*.

A temperatura ambiental é outro fator crítico no desenvolvimento de *Chrysoperla externa*. Estudos conduzidos por (Maia, 1998) e (Xavier, 2023) mostraram que o intervalo ótimo de desenvolvimento ocorre entre 22 °C e 28 °C, com redução significativa da taxa de sobrevivência e aumento da duração dos estágios larvais em temperaturas extremas. A exigência térmica para completar o ciclo varia entre 230 a 290 graus-dia, com limite inferior de desenvolvimento estimado entre 10 °C e 12 °C. O aumento da concentração de CO₂ atmosférico, analisado por (Xavier et al. 2023), não alterou significativamente a duração do ciclo, indicando uma tolerância fisiológica da espécie frente a mudanças climáticas leves. Já (Gonçalves et al. 2021) observaram que o substrato onde a presa é criada também influencia a qualidade nutricional transmitida à larva predadora, afetando o tempo de cada ínstar e a porcentagem de viabilidade da fase pupal. Esses resultados reforçam a importância da escolha adequada da presa e das condições ambientais no sucesso do desenvolvimento de *Chrysoperla externa*, especialmente em programas de

criação massal e de controle biológico aplicado (Cardoso e Lazzari, 2003). Esses fatores ambientais e nutricionais moldam não apenas a duração do ciclo, mas também a qualidade biológica dos adultos emergentes, influenciando sua longevidade, fecundidade e desempenho como agentes de controle biológico em agroecossistemas de milho.

Ao considerar o ciclo completo de *Chrysoperla externa*, torna-se evidente que cada fase influencia a eficiência do predador em programas de controle biológico. A viabilidade dos ovos determina a base populacional inicial, a sobrevivência e a voracidade das larvas contribuem para a regulação imediata das presas, e o sucesso da pupação assegura a transição para o estágio reprodutivo. No entanto, é na fase adulta que os efeitos acumulados das condições nutricionais, ambientais e da exposição a defensivos se expressam de forma mais clara, pois a longevidade, a fecundidade e a capacidade de dispersão definem o potencial de colonização e manutenção do predador em agroecossistemas (Armas et al., 2023; Cosme et al., 2009; Pasini et al., 2020). Assim, compreender o desenvolvimento da espécie ao longo do ciclo fortalece as bases para sua utilização no manejo integrado de pragas e fundamenta a necessidade de avaliar, de forma criteriosa, a seletividade de insumos agrícolas sobre adultos de *Chrysoperla externa*, objetivo central desta pesquisa.

2.3 Comportamento

As larvas de *Chrysoperla externa* demonstram um comportamento predatório altamente ativo, adaptado à captura de diversas presas de corpo mole, como pulgões, tripses, moscas-brancas e ovos de lepidópteros. A voracidade das larvas, especialmente no terceiro ínstar, é um dos principais atributos que justifica sua ampla utilização em controle biológico, sendo influenciada tanto pela densidade de presas quanto pelo tempo de exposição (Fernandes et al., 2023; Silva et al., 2023). Diversos estudos confirmam que a espécie exibe resposta funcional do tipo II, de acordo com a classificação de Holling, o que significa que a taxa de predação aumenta com a densidade de presas até alcançar um platô determinado pelo tempo de manuseio (Diniz et al., 2023; Costa et al., 2022; Rugno, 2019). O tempo de busca e o tempo de manipulação são fortemente modulados pelo estágio de desenvolvimento, sendo significativamente menores em ínstars mais

avançados, o que aumenta a taxa de consumo diário (Oliveira et al., 2021; Melo et al., 2024). Ainda, em ambientes onde a complexidade estrutural do substrato vegetal é maior, a eficiência predatória tende a diminuir, pois há maior tempo necessário para localização da presa, embora isso possa favorecer a permanência do predador na área (Ramalho et al., 2020; Bortoli et al., 2023; Vacari et al., 2025).

Do ponto de vista ecológico e etológico, *Chrysoperla externa* também apresenta interações comportamentais relevantes como o canibalismo e a predação intraguildd, especialmente em condições de escassez de presas. (Rugno, 2019) e Melo et al. (2024) observaram que larvas maiores frequentemente atacam indivíduos menores, inclusive da mesma espécie, configurando um comportamento que pode limitar populações em criações massais, mas que também atua como mecanismo natural de regulação. A escolha de sítios para oviposição pelas fêmeas está associada à presença de presas e à morfologia da planta, sendo favorecida por estruturas que oferecem abrigo ou retenção de orvalho, como mostrado nos testes com atrativos florais e armadilhas adesivas (Lemes et al., 2023; Bortoli et al., 2023; Ribeiro et al., 1993). Além disso, adultos apresentam comportamento de voo orientado por estímulos químicos e visuais, sendo atraídos por voláteis emitidos por plantas infestadas ou por presas feridas (Castro & Carvalho, 2003; Santos et al., 2023). Esses padrões comportamentais, desde a seleção de presas até a movimentação em campo, reforçam o papel de *Chrysoperla externa* como um predador eficiente, capaz de responder rapidamente às variações da comunidade de presas, o que é essencial para o sucesso em programas de manejo integrado de pragas com enfoque ecológico.

Atualmente, pesquisas têm aprofundado a compreensão desse comportamento, (Borges et al. 2024) demonstraram que, em milho, as larvas de *Chrysoperla externa* mantêm pressão predatória constante sobre *Spodoptera frugiperda*, confirmando o papel da espécie na dinâmica comportamental de busca ativa e no controle de pragas-chave. Nos trabalhos da (Embrapa, 2021), ao avaliarem a bioatividade de extratos vegetais, observaram alterações significativas no comportamento de forrageamento de inimigos naturais, incluindo *Chrysoperla externa*, indicando que insumos de origem botânica, embora menos tóxicos, podem modificar padrões comportamentais importantes para o sucesso predatório. (Finotti et al. 2021) acrescentam que moléculas inseticidas modernas,

mesmo quando não letais, afetam a mobilidade e a capacidade de busca de predadores generalistas, o que compromete a eficiência comportamental dos adultos em campo.

Na fase adulta, concentram-se os comportamentos de maior interesse para programas de manejo. Além da dispersão eficiente e da capacidade de colonizar rapidamente novas áreas, destaca-se a oviposição seletiva, que garante a sobrevivência das larvas em locais com maior disponibilidade de presas. (Armas et al. 2023) evidenciaram que resíduos de inseticidas reduzem a fecundidade, comprometendo o comportamento reprodutivo, enquanto (Cosme et al. 2009) relataram queda significativa na oviposição após exposição ao óleo de neem. Esses resultados revelam que a performance comportamental dos adultos está diretamente associada ao sucesso ecológico da espécie em agroecossistemas.

Ao longo do ciclo, o comportamento de *Chrysoperla externa* evolui de uma voracidade larval essencial para a regulação imediata das pragas até a complexidade dos adultos, que equilibram reprodução, dispersão e busca por ambientes favoráveis. As evidências mostram que qualquer interferência seja nutricional, ambiental ou química repercute na expressão comportamental adulta, fase decisiva para o estabelecimento populacional e para a eficácia do predador em programas de controle biológico. Assim, compreender o comportamento de *Chrysoperla externa* em todas as fases, é fundamental para potencializar sua aplicação em estratégias de manejo integrado de pragas, principalmente em abordagens conservacionistas.

3. Seletividade e compatibilidade de insumos no manejo integrado de pragas do milho sobre adultos de *Chrysoperla externa*

3.1 A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas agrícolas de maior importância socioeconômica no Brasil, sendo cultivado em praticamente todas as regiões do país e representando uma base essencial para a segurança alimentar, a produção animal e o abastecimento industrial. A sua ampla adaptabilidade edafoclimática, aliada ao constante avanço genético dos híbridos, tem permitido o aumento significativo das produtividades

médias nas últimas décadas (Anjos, 2023). Além da sua relevância produtiva, o milho tem papel estratégico na economia nacional por movimentar setores interligados, como o de ração animal, biocombustíveis e alimentos processados. Porém, o cultivo intensivo e contínuo dessa espécie vem favorecendo o surgimento de pragas e doenças de difícil controle, tornando o manejo fitossanitário um dos principais desafios da cultura.

Dentre as pragas que mais afetam o milho, destacam-se a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda*, o percevejo-barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851), o pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis* e a cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis*. Essas espécies apresentam grande capacidade adaptativa e podem causar tanto danos diretos, como a destruição de tecidos foliares e sucção de seiva, quanto danos indiretos, atuando como vetores de patógenos (Pitta et al., 2021; Ferro Cardoso et al., 2023). O impacto econômico é expressivo: de acordo com o Boletim Técnico nº 6 da Embrapa (Brasil, 2023), as perdas provocadas por *Spodoptera frugiperda* em estádios iniciais podem ultrapassar 30% da área foliar, comprometendo a fotossíntese e a formação das espigas. Já *D. maidis* ganhou destaque por transmitir moléculas e vírus como *Maize bushy stunt phytoplasma* e *Maize rayado fino virus*, que reduzem drasticamente a produtividade e dificultam o controle químico.

O uso intensivo de inseticidas de amplo espectro, prática ainda predominante em muitas regiões produtoras, trouxe ganhos imediatos no controle dessas pragas, mas também gerou sérias consequências ecológicas e agrônômicas. O emprego repetitivo de compostos com o mesmo modo de ação tem favorecido o desenvolvimento de populações resistentes, além de afetar a biodiversidade funcional e comprometer o equilíbrio das cadeias tróficas (Santos et al., 2024). Com o tempo, esse cenário levou à necessidade de reformular o manejo de pragas, priorizando estratégias que aliem eficiência, sustentabilidade e conservação ambiental. E o manejo integrado de pragas (MIP) passou a ser o principal referencial técnico adotado em grandes cultivos.

O MIP baseia-se na integração de métodos culturais, biológicos e químicos seletivos, priorizando o monitoramento populacional e a manutenção de inimigos naturais no ambiente (Bernardo, 2023). A adoção de agentes biológicos, como fungos

entomopatogênicos, óleos essenciais, extratos vegetais, predadores e parasitoides, tem sido fundamental para reduzir a dependência de inseticidas sintéticos e minimizar os impactos ambientais (Bartmer, 2023; Alves; Angelini, 2025). Conforme estudos da Embrapa (Brasil, 2023), o controle biológico representa hoje uma das estratégias mais promissoras para o equilíbrio populacional de pragas no milho, especialmente para espécies de difícil controle químico, como *Dalbulus maidis* e *Rhopalosiphum maidis*. Esses avanços resultam da crescente valorização de práticas sustentáveis e da ampliação do uso de bioinseticidas e produtos naturais compatíveis com o controle biológico.

Os fatores bióticos e abióticos também influenciam fortemente a ocorrência e a dinâmica das pragas do milho. (Lau et al.; 2024) observaram correlação positiva entre temperatura, umidade e densidade populacional de *Rhopalosiphum maidis*, evidenciando que mudanças climáticas locais podem alterar significativamente os níveis de infestação e o sucesso de estratégias de controle. Essa variação reforça a importância de estudos ecotoxicológicos e seletivos que considerem as condições ambientais nas quais os inimigos naturais atuam. Nesse sentido, compreender como diferentes inseticidas químicos ou biológicos afetam organismos benéficos como *Chrysoperla externa* é essencial para o desenvolvimento de práticas de manejo mais seguras e eficazes, que assegurem o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade da cultura do milho.

3.2 *Chrysoperla externa* no manejo integrado de pragas na cultura do milho

O manejo integrado de pragas (MIP) busca equilibrar métodos de controle cultural, biológico e químico, priorizando estratégias que mantenham as populações de inimigos naturais em níveis capazes de regular as pragas de interesse econômico. Nesse contexto, *Chrysoperla externa* destaca-se como um dos principais agentes de controle biológico devido à sua ampla distribuição, plasticidade ecológica e capacidade de predação sobre diferentes espécies de artrópodes-praga (Vargas, 2025; Pessoa et al., 2004). A liberação do predador em áreas agrícolas tem se mostrado eficiente na regulação populacional de insetos de importância econômica, como afídeos, tripses e lagartas,

permitindo a redução do uso de inseticidas convencionais e maior sustentabilidade nos sistemas produtivos (Xavier, 2023; Gonçalves et al., 2021).

A base ecológica do uso de *Chrysoperla externa* em programas de MIP está sustentada em sua elevada voracidade larval e na plasticidade trófica dos adultos. (Silva et al. 2004) demonstraram que larvas alimentadas com *Rhopalosiphum maidis* apresentam resposta funcional do tipo II, evidenciando que o predador regula rapidamente as populações de afídeos em milho, comportamento que se traduz em benefícios diretos para o MIP. Além disso, (Borges et al. 2024) confirmaram em ensaios de campo a eficiência de *Chrysoperla externa* no controle de *Spodoptera frugiperda*, reforçando sua integração em estratégias de manejo dessa praga-chave.

A utilização de defensivos agrícolas ainda representa um desafio para a preservação do predador em campo. Trabalhos como os de (Silva et al. 2012) e (Haramboure, 2017) revelam que, embora a viabilidade dos ovos não seja sempre comprometida, os efeitos subletais de inseticidas podem reduzir a fecundidade e fertilidade dos adultos, comprometendo o potencial de reprodução e dispersão. Resultados semelhantes foram observados por (Armas et al. 2023), que registraram redução da longevidade e da oviposição em adultos expostos a resíduos de inseticidas, destacando que a toxicidade não se limita às fases imaturas, mas repercute diretamente na fase adulta.

Além dos inseticidas químicos convencionais, bioinsumos também têm sido avaliados quanto ao impacto sobre *Chrysoperla externa*. (Morales, 2024) verificou que fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli, 1835) e *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff, 1879), apresentam baixa toxicidade para crisopídeos, indicando maior segurança de uso no MIP. De forma semelhante, (Silva et al. 2025) constataram que óleos vegetais de algodão e laranja mantêm taxas de sobrevivência superiores a 98% em larvas, sugerindo que esses produtos podem ser incorporados ao manejo sem comprometer o predador. Esses resultados confirmam a importância de priorizar alternativas compatíveis que assegurem o desempenho do inimigo natural em campo.

No milho, estudos recentes ampliam a visão sobre a integração do predador no manejo de pragas múltiplas. (Loss et al. 2025) mostraram que *Chrysoperla externa* contribui para a supressão da cigarrinha *Dalbulus maidis*, enquanto (Duarte et al. 2024) reforçam a viabilidade da associação entre o predador e parasitoides no controle da mesma praga, o que demonstra o potencial de sinergia entre diferentes inimigos naturais em um programa de MIP. Complementarmente, (Rocha e Signori, 2021) e (Mertz e Salsa, 2022) destacam a importância da adoção de estratégias que conciliam toxicidade reduzida dos produtos fitossanitários e liberação de agentes de controle biológico, consolidando *Chrysoperla externa* como um dos pilares para a sustentabilidade em agroecossistemas.

Em sistemas de milho, a eficiência de *Chrysoperla externa* no MIP depende da compatibilidade entre as estratégias de liberação e os insumos utilizados no manejo fitossanitário. Evidências indicam que produtos não seletivos podem reduzir longevidade e oviposição, comprometendo a permanência do predador e enfraquecendo o controle biológico em campo (Haramboure, 2017; Armas et al., 2023). Dessa forma, a integração do predador ao MIP requer critérios de escolha de insumos que preservem sua funcionalidade e sustentem sua contribuição no manejo de pragas-chave do milho.

3.3 Seletividade e toxicidade de inseticidas sobre inimigos naturais

O avanço das práticas agrícolas modernas intensificou a preocupação com os impactos causados pelo uso de inseticidas sobre os organismos benéficos que compõem o equilíbrio natural dos agroecossistemas. Entre esses organismos, predadores generalistas e parasitoides desempenham papel essencial na regulação de populações de pragas, sendo componentes-chave do manejo integrado de pragas (MIP). No entanto, a aplicação indiscriminada de compostos químicos de amplo espectro tem provocado a redução da fauna entomófaga e comprometido a eficácia do controle biológico natural (Bueno et al., 2017). O estudo da seletividade e toxicidade dos produtos fitossanitários tornou-se, portanto, uma etapa indispensável na validação de novas tecnologias de controle, especialmente em sistemas de produção que buscam reduzir impactos ambientais e preservar a biodiversidade funcional.

A toxicidade de inseticidas sobre inimigos naturais pode manifestar-se de forma letal ou subletal, dependendo da concentração, do modo de ação e da fase de desenvolvimento dos organismos expostos. Os efeitos letais se traduzem em mortalidade direta, enquanto os efeitos subletais interferem em parâmetros fisiológicos e comportamentais, como tempo de desenvolvimento, fecundidade, longevidade, capacidade predatória e taxa de eclosão (Haramboure, 2017; Dias et al., 2019). Esses efeitos são particularmente relevantes em estudos envolvendo predadores como *Chrysoperla externa*, cuja eficiência no controle de pragas depende de sua atividade predatória e da capacidade de reprodução em campo. Mesmo pequenas alterações comportamentais podem comprometer sua função ecológica, reduzindo o potencial de regulação populacional de pragas.

A seletividade, por sua vez, é definida como a capacidade de um produto controlar o organismo-alvo com o mínimo impacto possível sobre organismos não alvo. De acordo com as diretrizes da International Organization for Biological Control (IOBC/WPRS), a seletividade deve ser avaliada com base em testes padronizados, que permitem classificar os produtos em quatro classes de toxicidade: Classe 1 (inócuo, <30%), Classe 2 (levemente nocivo, 30–79%), Classe 3 (moderadamente nocivo, 80–99%) e Classe 4 (nocivo, >99%) (Hassan et al., 2000). Essa padronização internacional garante a comparabilidade entre estudos e a consistência nas recomendações de uso dos produtos. Pesquisas recentes indicam que bioinseticidas, extratos vegetais e fungos entomopatogênicos frequentemente se enquadram nas Classes 1 e 2, demonstrando compatibilidade com inimigos naturais e viabilidade de uso no MIP (Silva et al., 2023; Bartmer, 2023).

Diversos estudos têm evidenciado a elevada sensibilidade de *Chrysoperla externa* a inseticidas neurotóxicos, como organofosforados e piretroides. (Carvalho et al. 2009) observaram a mortalidade total de adultos e larvas expostos a acefato, classificando-o como produto não seletivo. Resultados semelhantes foram obtidos por (Castilhos et al. 2014), que verificaram mortalidade acima de 95% em crisopídeos tratados com formulações comerciais de deltametrina. (Haramboure, 2017) relatou, ainda, deformações e baixa eclosão em ovos da espécie expostos a inseticidas convencionais, evidenciando

que o impacto ocorre desde os estágios iniciais de desenvolvimento. Em contraste, (Dias et al. 2019) e (Rocha, 2024) destacaram que reguladores de crescimento de insetos e compostos naturais apresentaram toxicidade significativamente menor, permitindo a sobrevivência e o comportamento normal dos predadores.

A compreensão dos efeitos subletais tem ganhado importância crescente na ecotoxicologia, que além da mortalidade, parâmetros como redução da atividade locomotora, inibição da alimentação e atraso na oviposição são indicadores sensíveis de estresse fisiológico em inimigos naturais (Rocha, 2024). Esses efeitos, muitas vezes invisíveis em análises imediatas, podem gerar desequilíbrios populacionais a médio prazo, reduzindo a eficácia do controle biológico. A avaliação conjunta dos efeitos letais e subletais fornece uma visão mais completa do impacto dos produtos sobre os organismos benéficos e contribui para o desenvolvimento de critérios mais rigorosos de seletividade.

O conceito de seletividade ecológica tem se expandido com o uso de produtos biológicos e botânicos que apresentam menor persistência ambiental e rápida degradação natural. Pesquisas de (Silva et al. 2020) e (Alves e Angelini. 2025) demonstraram que a utilização de fungos entomopatogênicos e extratos vegetais reduz significativamente o impacto sobre predadores como *Chrysoperla externa*, preservando a biodiversidade funcional dos sistemas agrícolas. Além disso, a seletividade também depende de fatores operacionais, como o método de aplicação, o estágio de vida do predador exposto e as condições ambientais durante a pulverização (Castilhos et al., 2014). Essas variáveis, quando controladas, podem potencializar a coexistência entre produtos de controle e agentes benéficos, ampliando a eficiência do MIP.

Os princípios de seletividade e a classificação de efeitos letais e subletais fundamentam a avaliação comparativa dos insumos considerados nesta pesquisa. A análise de agentes biológicos e botânicos, em contraste com um inseticida de referência reconhecidamente não seletivo, permite delimitar o equilíbrio entre eficiência de controle e segurança ecológica no MIP. Com base nessa perspectiva, as seções seguintes

apresentam o embasamento técnico sobre fungos entomopatogênicos, extratos vegetais e o uso de acefato como padrão comparativo em estudos de toxicidade.

3.4 Fungos entomopatogênicos e sua importância no controle biológico

Os fungos entomopatogênicos representam um dos grupos de agentes biológicos mais importantes no manejo integrado de pragas, devido à sua ampla gama de hospedeiros e à capacidade de promover o controle natural de insetos em diversos agroecossistemas. Esses microrganismos atuam como patógenos naturais, infectando o inseto por contato direto e penetrando sua cutícula, o que lhes confere alta eficiência mesmo em populações resistentes a inseticidas convencionais (Alves; Angelini, 2025). Dentre as espécies mais utilizadas, destacam-se *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Isaria fumosorosea* (Wize, 1904), reconhecidas pelo modo de ação diferenciado e pela compatibilidade com inimigos naturais. A eficiência desses fungos depende de fatores como temperatura, umidade, radiação solar e concentração de conídios, que determinam a taxa de infecção e a persistência do patógeno no ambiente.

O modo de ação dos entomopatógenos é complexo e multifásico. Após o contato dos conídios com a cutícula do inseto, ocorre germinação, penetração mecânica e liberação de enzimas hidrolíticas, como quitinases e proteases, que degradam as camadas externas do tegumento (Bartmer, 2023). Posteriormente, o fungo coloniza a hemolinfa, multiplicando-se sistemicamente e levando o hospedeiro à morte por esgotamento energético e toxinas secundárias. Esse processo culmina na esporulação sobre o cadáver do inseto, o que possibilita a disseminação do patógeno no ambiente e a infecção de novos hospedeiros. Essa característica de autoperpetuação é uma das principais vantagens dos fungos entomopatogênicos em relação a inseticidas químicos, que exigem aplicações constantes e apresentam risco de contaminação ambiental.

Além da ação direta sobre pragas, os fungos entomopatogênicos apresentam compatibilidade com agentes de controle biológico, como predadores e parasitoides, ampliando sua aplicabilidade em programas de MIP (Silva et al., 2023). Pesquisas recentes demonstram que, quando aplicados em doses adequadas e sob condições controladas, esses microrganismos não causam efeitos adversos significativos sobre

organismos benéficos como *Chrysoperla externa*, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891). Segundo (Silva et al. 2023), a aplicação conjunta de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* com crisopídeos resultou em taxas de sobrevivência superiores a 90%, indicando alta seletividade. Esses resultados reforçam o potencial dos entomopatógenos como ferramentas seguras para uso em cultivos extensivos, incluindo o milho, onde a biodiversidade funcional é determinante para o equilíbrio ecológico.

Entre as espécies atualmente estudadas, *Isaria fumosorosea* (anteriormente classificada como *Paecilomyces fumosoroseus*) destaca-se por sua ampla distribuição geográfica e por sua eficácia no controle de insetos sugadores, como pulgões, moscas-brancas e cigarrinhas (Romeiro Sobrinho, 2021). Esse fungo apresenta vantagens agrônômicas relevantes, como rápida germinação, alta esporulação e eficiência em diferentes condições ambientais. De acordo com (Sampaio, 2022), *Isaria fumosorosea* atua por meio da produção de metabólitos secundários, como beauvericina e fumosoroseína, que interferem no sistema nervoso do inseto e potencializam o efeito patogênico. Estudos recentes têm confirmado a compatibilidade desse fungo com outros agentes microbianos e extratos vegetais, ampliando as possibilidades de sua integração em programas de manejo integrado de pragas.

Fungos entomopatogênicos contribuem para a conservação da biodiversidade e a redução da pressão seletiva exercida por inseticidas químicos. Como apresentam elevada especificidade e baixa persistência no ambiente, esses microrganismos minimizam os riscos de contaminação de solos e recursos hídricos, além de reduzirem a mortalidade de espécies não alvo (Bueno et al., 2017). Em sistemas de produção de milho, sua utilização tem se mostrado uma alternativa viável ao controle químico convencional, especialmente em regiões onde pragas como *Dalbulus maidis* e *Rhopalosiphum maidis* desenvolveram resistência a inseticidas neurotóxicos (Bartmer, 2023). Dessa forma, a incorporação de fungos entomopatogênicos, como *Isaria fumosorosea*, aos programas de MIP reforça o conceito de agricultura sustentável e fornece base científica sólida para o desenvolvimento de tecnologias compatíveis com o controle biológico de *Chrysoperla externa*.

3.5 Extratos aquosos vegetais e inseticidas naturais

O uso de extratos vegetais como alternativa aos inseticidas sintéticos tem ganhado relevância crescente na agricultura moderna, especialmente em sistemas de produção que buscam reduzir o impacto ambiental e a resistência de pragas. Esses compostos de origem botânica contêm substâncias bioativas com potencial inseticida, repelente ou inibidor de crescimento, derivadas do metabolismo secundário das plantas (Freires, 2022). Diferentemente dos produtos químicos convencionais, os extratos vegetais apresentam biodegradabilidade elevada, baixa persistência no ambiente e menor toxicidade para organismos não alvo, o que os torna compatíveis com programas de manejo integrado de pragas (MIP) e com o uso de inimigos naturais.

A eficiência dos extratos vegetais depende de fatores como a espécie utilizada, o método de extração, a parte da planta empregada e a concentração do composto. Estudos têm demonstrado que famílias botânicas como Meliaceae, Rutaceae e Simaroubaceae apresentam espécies com substâncias reconhecidas por atividade inseticida, como terpenoides, flavonoides e alcaloides (Romeiro Ssobrinho, 2021; Silva et al., 2023). Esses compostos atuam sobre diferentes alvos fisiológicos dos insetos, podendo causar distúrbios no sistema nervoso, redução na taxa de alimentação, inibição da muda ou mesmo mortalidade direta. Os extratos vegetais podem afetar a oviposição e a eclosão dos ovos, interferindo na dinâmica populacional das pragas a médio prazo (Freires, 2022). Essa versatilidade de ação, associada à possibilidade de formulações simples e de baixo custo, reforça o interesse pelo desenvolvimento de bioinseticidas baseados em plantas nativas ou amplamente disponíveis.

A Simarouba (Simaroubaceae) é uma das espécies com potencial promissor nesse contexto. Plantas do gênero *Simarouba* sp. contêm quassinoides, triterpenos e limonoides com propriedades inseticidas, antifúngicas e antimicrobianas (Silva et al., 2023). Esses compostos têm mostrado eficácia contra pragas agrícolas de diferentes ordens, incluindo *Spodoptera frugiperda*, *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci*. Em estudos conduzidos por (Silva et al. 2023), o extrato aquoso de *Simarouba versicolor* promoveu inibição da acetilcolinesterase, interferindo na transmissão nervosa dos insetos e levando à paralisia

motora progressiva. Essa ação neurotóxica, aliada à rápida degradação do composto, torna o extrato uma alternativa viável ao uso de inseticidas neurotóxicos sintéticos, como organofosforados e carbamatos. Mas a falta de padronização das concentrações e das técnicas de preparo ainda é um desafio para a aplicação prática e reprodutibilidade dos resultados em campo.

Os extratos vegetais apresentam vantagens adicionais, pois não provocam acúmulo de resíduos tóxicos e demonstram seletividade frente a organismos benéficos (Bueno et al., 2017). Avaliações conduzidas por (Silva et al. 2023) e (Bartmer, 2023) indicaram que formulações botânicas à base de óleos e extratos vegetais causam mortalidade inferior a 30% em larvas de *Chrysoperla externa*, enquadrando-se como inócuas segundo as diretrizes da IOBC/WPRS (Hassan et al., 2000). Isso evidencia a compatibilidade dos extratos naturais com predadores generalistas e sua aplicabilidade em programas de controle biológico conservativo. O uso de compostos vegetais contribui para a diversificação das estratégias de manejo, reduzindo a pressão de seleção sobre as pragas e retardando a evolução de resistência a produtos químicos.

O interesse científico em extratos vegetais como o de *Simarouba* sp. também está relacionado à possibilidade de uso integrado com agentes microbianos, como fungos entomopatogênicos. (Romeiro Sobrinho 2021) e (Silva et al. 2023) destacam que a associação entre compostos de origem vegetal e microrganismos entomopatogênicos pode resultar em sinergismo, aumentando a mortalidade de pragas sem comprometer a sobrevivência de predadores. Essa abordagem combinada representa uma tendência atual na pesquisa de manejo sustentável, que busca ampliar a eficiência do controle sem desequilibrar o ecossistema agrícola. Assim, o estudo da toxicidade do extrato aquoso de *Simarouba* sp. sobre *Chrysoperla externa* oferece informações essenciais para a consolidação de produtos fitoderivados seletivos, capazes de integrar programas de MIP em culturas como o milho, onde a conservação de inimigos naturais é determinante para a estabilidade produtiva e ambiental.

3.6 Acefato como inseticida de referência em estudos de toxicidade

O acefato é um inseticida organofosforado amplamente utilizado no controle de pragas agrícolas, especialmente em culturas de grande importância econômica como o milho, a soja e o algodão. Seu mecanismo de ação baseia-se na inibição irreversível da enzima acetilcolinesterase, responsável pela degradação do neurotransmissor acetilcolina nas sinapses do sistema nervoso central dos insetos (Carvalho et al., 2009). Essa inibição provoca o acúmulo de acetilcolina, resultando em hiperexcitação neuronal, paralisia e morte do organismo. Por apresentar elevada eficiência de controle e efeito de choque imediato, o acefato é considerado um composto de referência para estudos de toxicidade e seletividade, servindo como controle positivo em bioensaios laboratoriais e semiprontos de campo (Hassab et al., 2000; Mapa, 2024).

A persistência e o amplo espectro de ação do acefato explicam sua popularidade entre produtores, mas também o tornam um dos principais responsáveis pela redução de populações de inimigos naturais nos sistemas agrícolas. Pesquisas conduzidas por (Carvalho et al. 2009) demonstraram que o produto é altamente tóxico para *Chrysoperla externa*, com mortalidade total de adultos e larvas em até 48 horas após a exposição. Estudos complementares realizados por (Castilhos et al. 2014) e (Silva et al. 2020) confirmaram que os organofosforados, mesmo em doses subletais, causam alterações comportamentais e fisiológicas severas, incluindo perda de mobilidade e diminuição da capacidade predatória. Além disso, a toxicidade residual do acefato pode persistir por vários dias em superfícies vegetais, ampliando os riscos de contaminação secundária de insetos benéficos.

O uso do acefato como controle positivo em ensaios laboratoriais têm sido amplamente recomendado pela IOBC/WPRS como forma de padronizar comparações entre produtos e validar a sensibilidade das espécies-teste (Hassan et al., 2000). Essa padronização permite estabelecer um referencial de máxima toxicidade, a partir do qual se pode classificar a seletividade relativa de novos produtos. Em estudos com *Chrysoperla externa*, o acefato é comumente classificado como Classe 4 (nocivo, >99% de mortalidade), representando o limite superior da escala de toxicidade (Carvalho et al., 2009; ROCHA, 2024). Dessa forma, sua inclusão como tratamento de referência é

essencial para avaliar o contraste entre compostos químicos de alta toxicidade e bioinseticidas de impacto reduzido, como *Isaria fumosorosea* e extratos aquosos vegetais.

O acefato é considerado um composto de atenção ambiental devido à sua toxicidade não apenas para insetos, mas também para aves, peixes e organismos aquáticos. Seu uso vem sendo gradualmente restringido em vários países, incentivando a busca por alternativas menos agressivas. No Brasil, o Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa, 2024) mantém o registro do acefato para diversas culturas, incluindo o milho, mas recomenda seu uso sob critérios de seletividade e integração com outras práticas de manejo. A presença em experimentos acadêmicos cumpre um papel metodológico importante que além de funcionar como referência toxicológica, evidencia a necessidade de substituição progressiva por tecnologias de base biológica e produtos compatíveis com a conservação de inimigos naturais.

A adoção do acefato como padrão comparativo nesta pesquisa fundamentou-se, portanto, na sua reconhecida eficácia e no extenso histórico de uso em testes de seletividade. Sua inclusão permite validar a metodologia empregada e dimensionar o impacto dos tratamentos biológicos sobre *Chrysoperla externa* sob um referencial de máxima toxicidade. Essa abordagem fornece subsídios técnicos e científicos para o desenvolvimento de programas de manejo mais seguros e integrados, baseados na compatibilização entre controle químico seletivo e controle biológico conservativo, pilares essenciais para a sustentabilidade da cultura do milho no contexto atual da agricultura brasileira.

4. Material e métodos

4.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Controle Biológico (LECOBIOL) e no Laboratório de Interação Inseto Plantas (LIIP), vinculados à Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizado em Dourados, MS.

4.2 Criação de *C. externa*

Os exemplares de *C. externa* utilizados no experimento foram oriundos de uma colônia mantida continuamente no LECOBIOL, sob condições controladas (25 ± 2 °C, UR $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas de luz) e transferidos ao LIIP após sexagem (Figura 1).



Figura 1. Adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) selecionados para montagem do experimento. FONTE: Autor

Os ovos foram coletados? As larvas estavam em que recipiente? A qual condição? Para alimentação das larvas foi servido diariamente? Semanalmente? ovos de *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae), e os adultos foram mantidos em gaiolas entomológicas 12x29x29, alimentados com dieta artificial composta por mel e levedura

biológica (1:1), aplicada em pedaços de papel filtro. O substrato utilizado para oviposição consistiu em tiras de papel sulfite enroladas em forma cilíndrica.

4.3 Estrutura do sistema ASPECLE

A avaliação da toxicidade dos inseticidas foi realizada utilizando o sistema ASPECLE (Assessment of Pesticide Selectivity under Extended Laboratory Conditions), conforme descrito por (Miranda, 2010) e adaptado por (Sanomia et al. 2020). Esse sistema permite simular, em condições controladas, a exposição prolongada de inimigos naturais aos resíduos de produtos fitossanitários aplicados sobre substratos vegetais, com ventilação forçada contínua e temperatura estável. O sistema é composto por 24 tubos de vidro transparente (3,5 cm × 25 cm), vedados com tecido *voile* nas extremidades e conectados lateralmente por tubos de silicone a um sistema de ventilação por bomba de vácuo tipo compressor aspirador Fanem® Diapump (Figura 2). Essa configuração permitiu que os 24 tratamentos fossem conduzidos simultaneamente, mantendo-se o fluxo constante de ar nos tubos e evitando acúmulo de voláteis tóxicos.

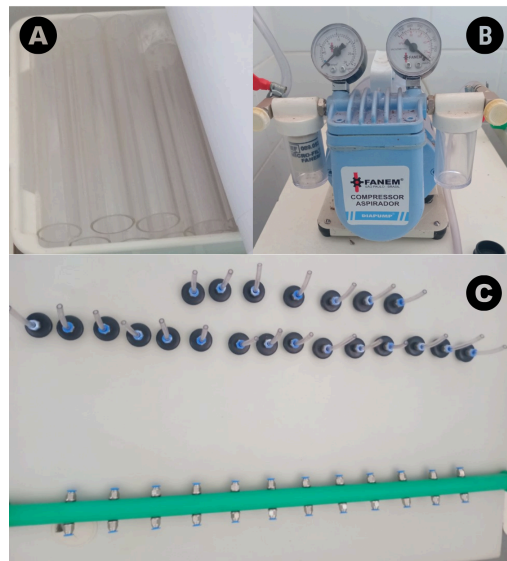


Figura 2. Componentes do sistema de sucção utilizado para manipulação de *Chrysoperla externa*. (A) Tubos de vidro para contenção individual; (B) Compressor aspirador Fanem® Diapump utilizado para geração do vácuo; (C) Tubos conectores com ponteiros de silicone e manifold de distribuição com regulagem individual.



Figura 3. Sistema ASPECLE montado em diferentes fases.

Cada tubo foi conectado individualmente por ramificações de mangueiras a um coletor principal, o qual distribui a pressão de sucção (Figuras 4 e 5). O sistema completo foi montado sobre bancada, em ambiente com temperatura controlada, iluminação artificial indireta e monitoramento constante. A utilização do sistema ASPECLE, neste contexto, proporcionou um ambiente semiconfinado, padronizado e comparável ao campo, assegurando maior reprodutibilidade e validade biológica dos dados, como recomendado pelas diretrizes da IOBC/WPRS (Bueno et al., 2017; Pasini et al., 2021).

4.4 Tratamentos

Os tratamentos foram compostos por dois inseticidas comerciais registrados para a cultura do milho, um extrato vegetal aquoso e o controle negativo (aplicação de água destilada). Os produtos foram aplicados em folhas de plantas de milho cultivadas previamente em solo sob condições de campo aberto na fazendinha da Universidade Federal da Grande Dourados, unidade II, com irrigação e tratos culturais regulares até o estágio vegetativo V5.

Tabela 1 . Princípio ativo de cada produto fitossanitário (conforme informação técnica)

Produto	Princípios ativos / Base
Acefato Nortox 750 SP	Acefato (750 g/kg)
Octane (Koppert)	<i>Isaria fumosorosea</i> (cepa ESALQ-1296)
Extrato de <i>Simarouba</i>	Extrato vegetal de <i>Simarouba</i> (quassinoides)
Testemunha (Aguá destilada)	Aguá destilada

A pulverização foi realizada com pulverizador manual de compressão prévia, calibrado para fornecer aplicação uniforme até o ponto de escorrimento. As aplicações ocorreram no mesmo dia para todos os tratamentos, com o objetivo de garantir homogeneidade na exposição e evitar variações ambientais entre lotes. Após a aplicação, as plantas foram deixadas para secagem natural por aproximadamente 2 horas, à sombra e em temperatura ambiente. Os tratamentos foram preparados com base nas recomendações de bula para a cultura do milho, considerando o alvo específico de cada produto adicionando-se o espelante adesivo Tween® 80. Para o extrato aquoso de *Simarouba*, utilizou-se concentração experimental descrita em estudos com *Spodoptera frugiperda*. Na Tabela 2 são apresentados os produtos utilizados, seus respectivos alvos e as doses aplicadas tanto por hectare quanto na preparação de 1 L de calda para os bioensaios.

Tabela 2. Tratamentos avaliados nos ensaios de toxicidade para *Chrysoperla externa* e respectivas doses utilizadas

Tratamento	Produto	Alvo/Cultura	Dose recomendada (ha)	Dose utilizada (1 L)	Tween 80
T1	Água destilada	—	—	1.000 mL	0,5 mL
T2	Octane (<i>Isaria fumosorosea</i> ESALQ-1296)	Cigarrinha-do-milho	0,5–0,8 L/ha	2,5 mL	0,5 mL
T3	Acefato 750 g/kg	Pulgão-do-milho	0,8–1,0 kg/ha	5,0 g	0,5 mL

T4	Extrato aquoso de <i>Simarouba</i> (folhas)*	<i>Spodoptera frugiperda</i> (experimental)	10% p/v (50 g/L)	0,5 mL
----	--	---	------------------	--------

* O extrato vegetal foi obtido por maceração de folhas secas por 24 h em água destilada, seguido de filtração. As aplicações foram realizadas em condições controladas de laboratório.

Tabela 3. Classificação toxicológica de agrotóxicos (Brasil, 2025)

Categoria	Rotulagem	Descrição oficial
1	Faixa vermelha	Produto extremamente tóxico.
2	Faixa vermelha	Produto altamente tóxico.
3	Faixa amarela	Produto moderadamente tóxico.
4	Faixa azul	Produto pouco tóxico.
5	Faixa azul	Produto improvável de causar dano agudo.
Não classificado	Faixa verde	Produto não classificado (sem evidência de toxicidade aguda).

4.5 Preparo dos tratamentos

Posteriormente, foram recortados retângulos foliares padronizados (8 cm × 6 cm) com auxílio de moldes metálicos, conforme mostrado na Figura 6. Os retângulos foram imediatamente inseridos individualmente nos tubos do sistema ASPECLE, evitando manipulação excessiva. O uso de substrato vegetal (retângulos foliares) tratado sob condições controladas e a padronização do tamanho foram adotados como estratégias fundamentais para garantir a uniformidade de exposição entre os tratamentos. Cada unidade experimental foi composta por um tubo de vidro do sistema ASPECLE contendo os seguintes recursos.

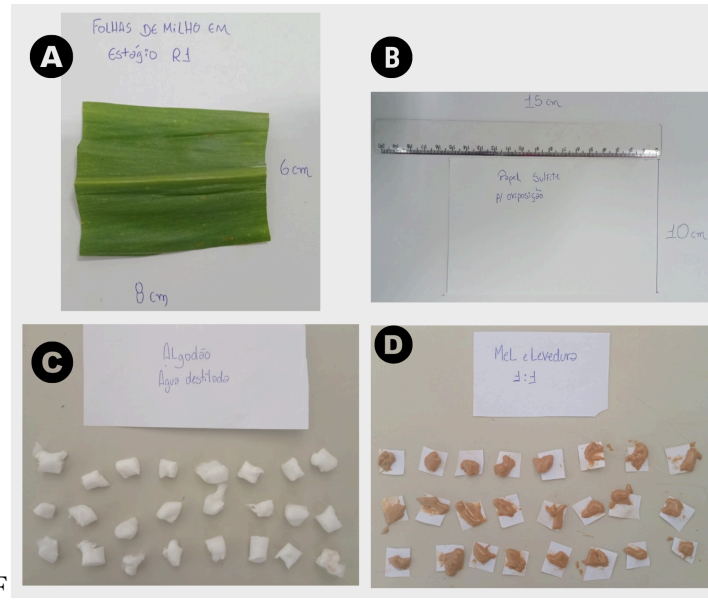


Figura 4. Materiais utilizados nas unidades experimentais. (A) Disco foliar de milho (8×6 cm); (B) Papel sulfite para oviposição; (C) Algodão umedecido; (D) Dieta mel + levedura (1:1).

Após a introdução dos adultos, os tubos foram vedados com tecido *voile* em ambas as extremidades e conectados ao sistema de ventilação contínua. Todos as 24 repetições (tubos) foram montadas no mesmo dia, com alocação aleatória sobre a bancada. As unidades permaneceram sob condições controladas de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12 horas, por um período total de 120 horas. A ventilação contínua permitiu a circulação de ar nos tubos e simulou a dissipação natural de compostos voláteis, conferindo realismo ao experimento.

A instalação foi realizada por dois operadores treinados, com cronômetro para garantir sincronia na liberação dos insetos em todos os tratamentos.

4.6 Variáveis avaliadas

Os efeitos dos tratamentos sobre adultos de *C. externa* foram monitorados ao longo de dois momentos. Na fase de exposição aguda, os insetos permaneceram no sistema ASPECLE e a mortalidade registrada aos 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a exposição.

Foram considerados mortos os indivíduos que não apresentaram resposta ao toque com pincel de pelos finos, expressando-se os resultados em porcentagem por unidade experimental. Após 120 horas, os insetos ainda vivos foram removidos do sistema e mantidos em recipientes plásticos), separados por tratamento e repetições para avaliação dos possíveis efeitos crônicos (Figura 5). A sobrevivência foi registrada 24 horas após a retirada (6 dias do início) e aos 11, 16 e 21 dias, permitindo a construção de curvas de Kaplan-Meier. A oviposição foi quantificada nos mesmos períodos por inspeção, retirada e troca das tiras de papel sulfite utilizadas como substrato, sendo os ovos contados com auxílio de lupa estereoscópica, registrando-se o total por casal.



Figura 5. Recipientes contendo os casais de *Chrysoperla externa* por tratamento e repetição, utilizados na fase crônica após 120 horas de exposição no sistema ASPECLE. Sobrevivência e oviposição foram avaliadas aos 6, 11, 16 e 21 dias.

6.7 Amostragem

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), totalizando 24 unidades experimentais. Cada unidade foi composta por um casal de *C. externa* (5-10 dias de idade), previamente sexado e proveniente da colônia mantida sob condições controladas, garantindo homogeneidade fisiológica e ausência de exposição prévia a inseticidas. Foram utilizadas quatro tratamentos experimentais com seis

repetições cada, permanecendo os insetos expostos aos tratamentos no sistema ASPECLE durante 120 horas. Após esse período, os indivíduos foram transferidos para recipientes individuais e mantidos até 21 dias para avaliação dos efeitos crônicos e subletais. O tratamento químico de referência foi utilizado para assegurar o controle positivo, enquanto a testemunha negativa permitiu estimar a mortalidade natural e aplicar a correção pelo método de Abbott (1925) segundo diretrizes IOBC/WPRS para ensaios com inimigos naturais.

6.8 Análise estatística

Cada tubo foi considerada uma unidade experimental independente. A mortalidade observada durante a exposição aguda foi corrigida pelo método de Abbott (1925) e os tratamentos classificados conforme os critérios IOBC/WPRS. Para dados de sobrevivência aguda e crônica, ajustaram-se curvas Kaplan-Meier, comparadas pelo teste Log-Rank ($\alpha = 0,05$). Tratamentos com mortalidade total precoce foram classificados como Classe 4 e excluídos das análises crônicas. A oviposição foi tratada como variável subletal complementar. Após verificação de normalidade e homogeneidade, aplicou ANOVA, seguida de teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). As análises foram realizadas no software R (v. 4.2.1), utilizando-se os pacotes survival, agricolae e ggplot2.

5. Resultados

5.1 Mortalidade acumulada

A análise de sobrevivência conduzida pelo método de Kaplan-Meier gerou curvas que mostraram diferentes padrões entre os tratamentos ao longo das 120 horas avaliadas (Figura 6??). No controle (T1), assim como nos tratamentos T2 e T4 (Quem é T4), ao menos, alguns adutos de *C. externa* sobreviveram durante todo o período sugerindo seletividade dessas formulações nos experimentos conduzidos no sistema ASPELCE. O tratamento T3 apresentou redução da sobrevivência, com mortalidade acumulada progressiva atingindo 100% ao final de 120 horas. Esse comportamento caracteriza efeito tóxico agudo e incompatibilidade com a conservação de *Chrysoperla externa*. Os dados apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos ($p \leq 0,05$) pelo teste Log-Rank confirmando que o padrão de sobrevivência observado para T3 difere dos demais grupos. Não houve diferença estatística entre T1, T2 e T4 ($p \geq 0,05$), reforçando a similaridade entre seus perfis de sobrevivência. Em conjunto, os resultados indicam que T2 e T4 são seletivos para adultos de *C. externa* no período inicial de exposição, enquanto o acefato (T3) exerce efeito letal substancial.

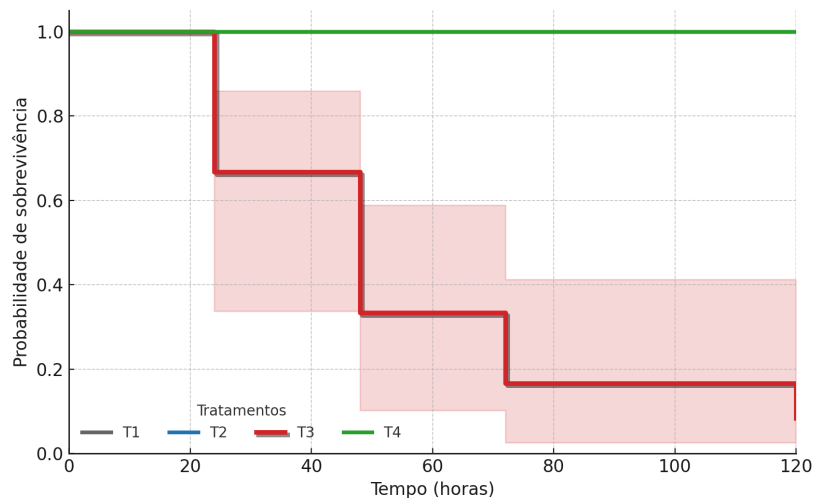


Figura 6. Curvas de sobrevivência de *Chrysoperla externa* (120h) nos tratamentos T1 (controle), T2 (*I. fumosorosea*), T3 (acefato) e T4 (*Simarouba* sp.). T3 apresentou mortalidade total; T2 mostrou redução limitada; T1 e T4 mantiveram 100% de sobrevivência (Kaplan–Meier).

A classificação dos tratamentos segundo os critérios da IOBC/WPRS revelou diferenças claras no impacto das substâncias avaliadas sobre adultos de *C. externa*. Ao

longo das primeiras 120 horas de exposição, tanto o fungo entomopatogênico *I. fumosorosea* (T2) quanto o extrato de *Simarouba* sp. (T4) apresentaram perfil predominantemente seletivo, sendo enquadrados majoritariamente na Classe 1 (inócuo), com baixas taxas de mortalidade acumulada e valores reduzidos de mortalidade corrigida. Esses resultados reforçam que, em condições laboratoriais, ambos os produtos mantêm a viabilidade do inimigo natural, sugerindo compatibilidade ecológica com programas de manejo integrado de pragas. O inseticida Os valores brutos de mortalidade e as classes IOBC, calculadas após correção pelo método de Abbott, reforçam a robustez da avaliação e está em conformidade com os protocolos internacionais para testes de seletividade com artrópodes benéficos (Hassan et al., 1985; Candolfi et al., 2000). Os dados evidenciam que, enquanto T2 e T4 são alternativas compatíveis com a preservação de *C. externa* no ecossistema, o T3 apresenta elevada toxicidade e deve ser empregado com cautela em programas de manejo que integrem controle biológico.

Tabela 4. Mortalidade acumulada e corrigida de *Chrysoperla externa* sob diferentes tratamentos ao longo do tempo e classificação segundo critérios IOBC/WPRS

Tratamento	Tempo (h)	Mortalidade acumulada (%)	Mortalidade no controle (%)	Mortalidade corrigida Abbott (%)	Classe IOBC
T2	24	0.00	0.00	0.00	Classe 1 — inócuo
T3	24	33.33	0.00	33.33	Classe 2 — levemente nocivo
T4	24	0.00	0.00	0.00	Classe 1 — inócuo
T2	48	0.00	0.00	0.00	Classe 1 — inócuo
T3	48	66.67	0.00	66.67	Classe 2 — levemente nocivo
T4	48	0.00	0.00	0.00	Classe 1 — inócuo
T2	72	0.00	0.00	0.00	Classe 1 — inócuo
T3	72	83.33	0.00	83.33	Classe 3 — moderadamente nocivo
T4	72	0.00	0.00	0.00	Classe 1 — inócuo
T2	96	0.00	0.00	0.00	Classe 1 — inócuo
T3	96	100.00	0.00	100.00	Classe 4 — nocivo
T4	96	0.00	0.00	0.00	Classe 1 — inócuo
T2	120	0.00	0.00	0.00	Classe 1 — inócuo
T3	120	100.00	0.00	100.00	Classe 4 — nocivo
T4	120	0.00	0.00	0.00	Classe 1 — inócuo

Mortalidade corrigida por Abbott. Classificação IOBC: 1 = inócuo (< 30%); 2 = levemente nocivo (30–79%); 3 = moderadamente nocivo (80–99%); 4 = nocivo (> 99%). T1: controle; T2: *I. fumosorosea*; T3: Acefato; T4: *Simarouba sp.*

5.2. Sobrevivencia

A curva de sobrevivência das fêmeas de *C. externa* ao longo de 21 dias demonstrou elevado grau de seletividade dos tratamentos biológicos avaliados. O tratamento com acefato (T3) não está representado na análise devido à mortalidade completa registrada ainda na fase aguda do bioensaio (24-120 h), etapa após a qual apenas os indivíduos sobreviventes seguiram para o acompanhamento crônico. Entre os tratamentos avaliados na fase prolongada, observou-se que tanto o controle (T1) quanto o extrato de *Simarouba* sp. (T4) mantiveram 100% de sobrevivência até o final do período experimental, com o T4 apresentando discreta redução ao redor do 21º dia ($\approx 83\%$ de sobrevivência, 5/6 fêmeas), desempenho praticamente sobreposto ao controle. O fungo entomopatogênico *I. fumosorosea* (T2) exibiu queda moderada de sobrevivência a partir de aproximadamente 17 dias, finalizando o período com cerca de 67% (4/6 fêmeas), sugerindo impacto subletal discreto e tardio. Os resultados indicam que tanto o extrato vegetal quanto o fungo entomopatogênico apresentam compatibilidade ecológica com fêmeas de *C. externa*, com o extrato mantendo perfil mais próximo do controle e o T2 exibindo efeito leve e de progressão limitada ao longo do tempo o que caracteriza comportamento condizente com o agente de controle biológico seletivo no contexto do manejo integrado de pragas.

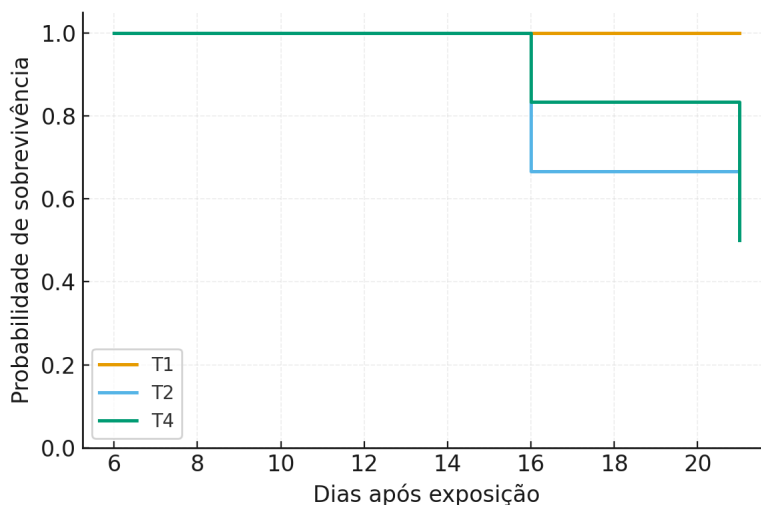


Figura 7. Sobrevivência de fêmeas de *Chrysoperla externa* (Kaplan–Meier) até 21 dias. T1 e T4 mantiveram alta sobrevivência; T2 teve redução tardia. T3 excluído por mortalidade total na fase aguda.

A avaliação prolongada de fêmeas de *C. externa* evidenciou compatibilidade dos tratamentos biológicos com o predador, reforçando sua segurança para programas de manejo integrado de pragas. O controle (T1) apresentou sobrevivência estável entre 6 e 21 dias, refletindo a mortalidade natural esperada ao longo do tempo. *I. fumosorosea* (T2) mostrou redução gradual de sobrevivência, atingindo 50% aos 21 dias e enquadrando-se predominantemente na Classe 2 da IOBC (levemente nocivo), com efeito mais evidente a partir de 11 dias. Já o extrato de *Simarouba* sp. (T4) manteve desempenho próximo ao controle, com reduções discretas e tardias, classificando-se majoritariamente como Classe 1 (inócuo). A distinção entre os perfis subletais é relevante, pois efeitos moderados e de progressão lenta, como os observados para T2, podem influenciar a longevidade e o desempenho reprodutivo em condições de campo, ainda que sem comprometer a sobrevivência imediata.

Tabela 5. Sobrevivência de fêmeas de *Chrysoperla externa* sob diferentes tratamentos ao longo do tempo, redução relativa ao controle e classificação IOBC/WPRS

Tempo	Tratamento	Sobrevivência (%)	Redução vs Controle (%)	Classe IOBC	Interpretação
6 dias	T1	100	—	—	Controle
	T2	83	17	Classe 1	Inócuo
	T4	100	0	Classe 1	Inócuo
11 dias	T1	100	—	—	Controle
	T2	66	34	Classe 2	Levemente nocivo
	T4	83	17	Classe 1	Inócuo
16 dias	T1	100	—	—	Controle
	T2	50	50	Classe 2	Levemente nocivo
	T4	66	34	Classe 2	Levemente nocivo
21 dias	T1	100	—	—	Controle
	T2	50	50	Classe 2	Levemente nocivo
	T4	66	34	Classe 2	Levemente nocivo

Valores apresentados como média de 6 repetições (R1–R6). A redução em relação ao controle foi estimada pela diferença percentual de sobrevivência entre cada tratamento e o controle no mesmo período. A classificação IOBC aplica-se apenas aos tratamentos (T2 e T4), sendo o T1 referência biológica. Critérios IOBC/WPRS: Classe 1 < 30% de redução; Classe 2 = 30–79%; Classe 3 = 80–99%; Classe 4 > 99% (Hassan et al., 1985; Candolfi et al., 2000). O T3 foi removido desta avaliação crônica por causar mortalidade total na fase aguda.

A curva de Kaplan-Meier para machos de *C. externa* indicou diferenças entre os tratamentos ao longo de 21 dias. O tratamento T3 (acefato) não foi incluído, uma vez que promoveu mortalidade total no bioensaio agudo (24-120 h), impossibilitando a análise subletal. Entre os tratamentos avaliados, o controle (T1) apresentou mortalidade apenas no final do período, padrão compatível com mortalidade natural. *I. fumosorosea* (T2) manteve alta sobrevivência, com queda discreta em ~11 dias e estabilização em ~83%, enquanto *Simarouba* sp. (T4) apresentou redução apenas após ~15 dias, estabilizando-se

em ~67%. Os resultados demonstram que T2 e T4 não causaram mortalidade aguda e mantiveram elevada sobrevivência ao longo do tempo, reforçando sua seletividade aos machos do predador.

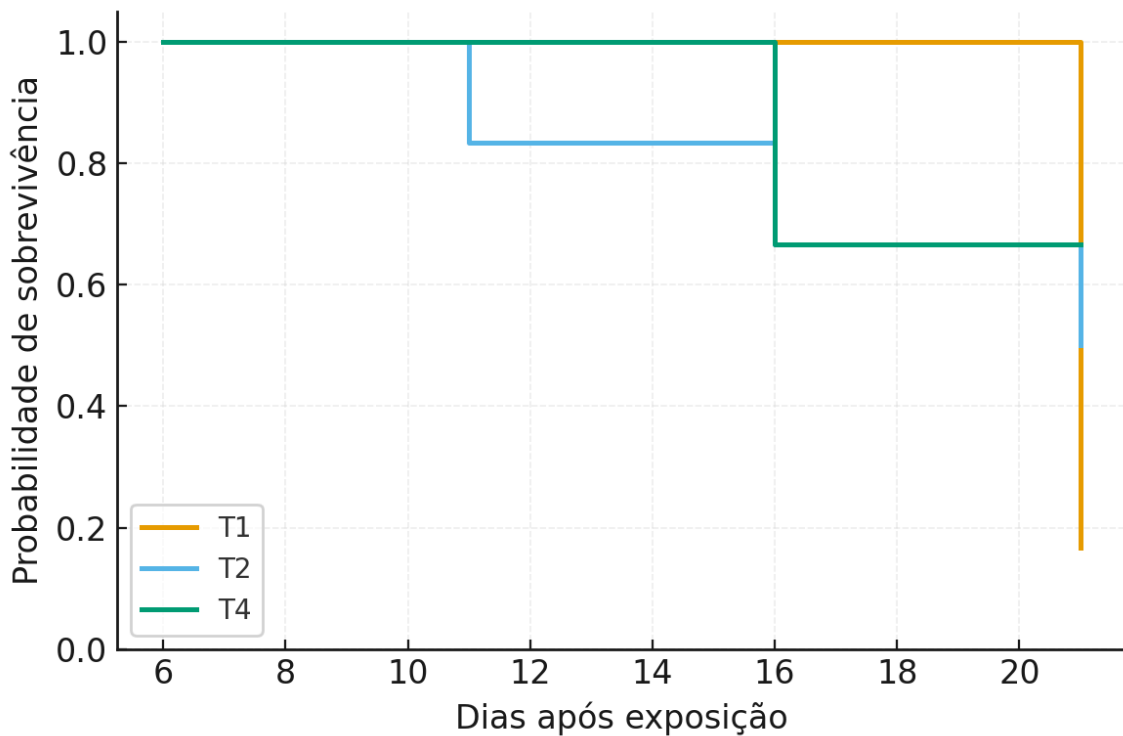


Figura 8. Curvas de sobrevivência (Kaplan–Meier) de machos de *Chrysoperla externa* ao longo de 21 dias nos tratamentos T1 (controle), T2 (*Isaria fumosorosea*), e T4 (*Simarouba* sp.). Observa-se maior sobrevivência final em T2 (~83%), seguida de T4 (~67%) e T1 (~33%). Os tratamentos T2 e T4 não apresentaram mortalidade aguda, indicando seletividade ao predador.

. Observou-se que o controle (T1) manteve 100% de sobrevivência até 11 dias, apresentando reduções apenas nas fases finais, padrão esperado para mortalidade natural. *I. fumosorosea* (T2) mostrou declínio progressivo, alcançando 50% de sobrevivência aos 21 dias, sendo classificado como Classe 2 (levemente nocivo) segundo a IOBC/WPRS. Já *Simarouba* sp. (T4) apresentou reduções discretas, com sobrevivência variando entre 83% e 66%, permanecendo predominantemente na Classe 1 (inócuo). Em conjunto, os resultados demonstram que, após a fase aguda, ambos os tratamentos biológicos mantiveram compatibilidade ecológica com *C. externa*, com destaque para o extrato de *Simarouba* sp., cuja ação demonstrou baixo impacto crônico sobre os machos do predador.

Tabela 6. Sobrevivência de machos de *Chrysoperla externa* sob diferentes tratamentos ao longo do tempo, redução relativa ao controle e classificação IOBC/WPRS

Tempo	Tratamento	Sobrevivência (%)	Redução vs Controle (%)	Classe IOBC	Interpretação
6 dias	T1	100	—	—	Controle
	T2	83	17	Classe 1	Inócuo
	T4	100	0	Classe 1	Inócuo
11 dias	T1	100	—	—	Controle
	T2	66	34	Classe 2	Levemente nocivo
	T4	83	17	Classe 1	Inócuo
16 dias	T1	83	—	—	Controle
	T2	50	40	Classe 2	Levemente nocivo
	T4	66	20	Classe 1	Inócuo
21 dias	T1	83	—	—	Controle
	T2	50	40	Classe 2	Levemente nocivo
	T4	66	20	Classe 1	Inócuo

5.3 Oviposição

A oviposição de fêmeas de *C. externa* variou significativamente entre os tratamentos ao longo do período experimental (Tabela 8). Nas primeiras 24 horas após a exposição, as fêmeas expostas ao T1 (controle) e T4 (extrato de *Simarouba* sp.) apresentaram as maiores médias de oviposição, sem diferenças estatísticas entre si, indicando ausência de efeitos iniciais adversos desses tratamentos. O tratamento com *I. fumosorosea* (T2) resultou em menor oviposição nas primeiras 24 h, denotando um

possível impacto subletal inicial. Observou-se padrão de redução gradual da oviposição nos tratamentos T1 e T4, comportamento esperado devido ao envelhecimento das fêmeas e custos fisiológicos associados à reprodução. No entanto, as fêmeas expostas a T2 apresentaram redução mais acentuada e consistente quando comparadas ao controle, sugerindo efeito crônico subletal associado ao fungo entomopatogênico. Já T4 manteve níveis reprodutivos similares ao controle até 10 dias, apresentando redução apenas aos 15 dias, o que reforça a hipótese de baixa toxicidade e seletividade favorável do extrato vegetal em relação ao fungo entomopatogênico.

Tabela 7. Média $\pm$ desvio-padrão da oviposição de *Chrysoperla externa* exposta a diferentes tratamentos (T1 a T4) em 24h, 5, 10 e 15 dias após a exposição. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

Tempo	T1	T2	T3	T4
24h	20,67 $\pm$ 3,56 a	18,17 $\pm$ 1,94 b	0,00 $\pm$ 0,00 c	20,67 $\pm$ 1,37 a
5 dias	18,67 $\pm$ 2,34 a	13,17 $\pm$ 1,47 b	0,00 $\pm$ 0,00 c	19,00 $\pm$ 0,89 a
10 dias	18,67 $\pm$ 2,34 a	13,17 $\pm$ 1,47 b	0,00 $\pm$ 0,00 c	19,00 $\pm$ 0,89 a
15 dias	13,67 $\pm$ 1,51 a	11,17 $\pm$ 2,14 b	0,00 $\pm$ 0,00 c	7,00 $\pm$ 5,48 b

Após 24h da exposição, a oviposição de *C. externa* diferiu entre os tratamentos (Figura 9). No tratamento com extrato vegetal (T4) as fêmeas ovopositaram mais sendo semelhante ao controle (T1) e superior ao fungo *I. fumosorosea* (T2). A redução observada em T2, embora significativa, foi moderada, enquanto T4 manteve desempenho reprodutivo comparável ao controle nas primeiras 24h.

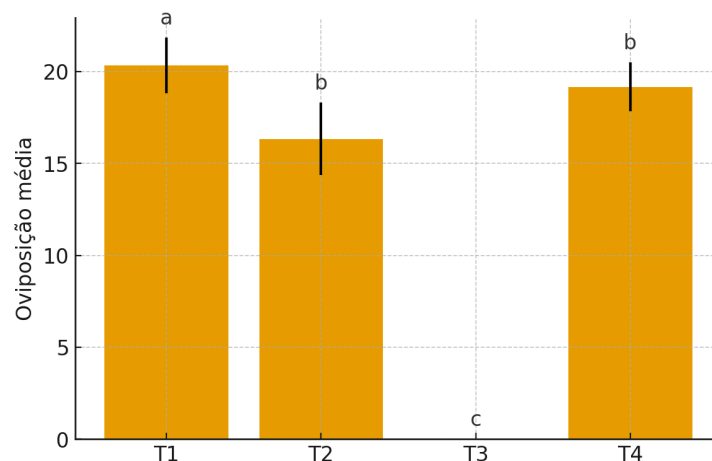


Figura 9. Oviposição média de *C. externa* após 24h. T1 apresentou maior postura, seguido de T4; T2 foi inferior

Após 5 dias, a oviposição manteve o padrão observado nas primeiras 24h, com T1 e T4 apresentando as maiores médias e sem diferença estatística entre si (Figura 10). O tratamento com *Isaria fumosorosea* (T2) continuou resultando em redução moderada na postura, indicando efeito subletal persistente sobre o desempenho reprodutivo. Até o quinto dia, T4 segue comparável ao controle, evidenciando manutenção da capacidade reprodutiva, enquanto T2 demonstra efeito moderado.

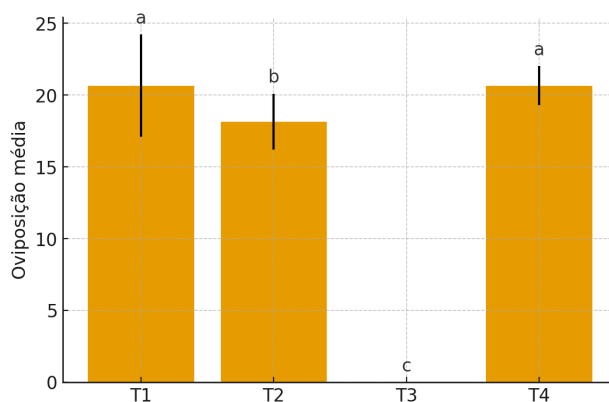


Figura 10. Oviposição média após 5 dias. T1 e T4 mantiveram maiores valores, T2 apresentou redução

Aos 10 dias, o padrão de oviposição permaneceu consistente com os períodos anteriores. T1 e T4 mantiveram as maiores médias e não diferiram estatisticamente entre si, indicando preservação da capacidade reprodutiva ao longo do tempo no controle e no extrato de *Simarouba* (Figura 11). O tratamento com *Isaria fumosorosea* (T2) continuou promovendo redução significativa na postura, mantendo efeito subletal moderado. O desempenho reprodutivo de *Chrysoperla externa* aos 10 dias confirma a seletividade do

extrato vegetal, a interferência moderada do fungo entomopatogênico e o efeito eliminatório do inseticida sintético sobre a postura confirmado na fase aguda do experimento.

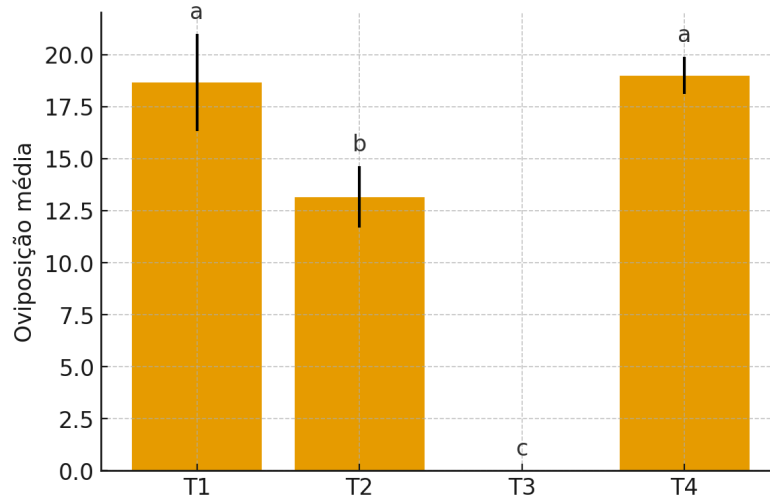


Figura 11. Oviposição média após 10 dias. T1 e T4 seguiram superiores, T2 permaneceu intermediário

Após 15 dias, observou-se declínio na oviposição em todos os tratamentos em comparação aos tempos iniciais, o que é esperado pelo avanço da idade reprodutiva. Ainda assim, o controle (T1) manteve a maior postura, refletindo o padrão fisiológico normal da espécie nesse período (Figura 12). O fungo *Isaria fumosorosea* (T2) continuou promovendo redução significativa na oviposição, indicando persistência do efeito subletal reprodutivo ao longo do tempo. O extrato de *Simarouba* (T4) também apresentou queda mais acentuada nesta fase, porém mantendo postura superior ao inseticida químico é compatível com tolerância biológica para agentes seletivos. Esses resultados corroboram a seletividade relativa do extrato vegetal e reforçam que o fungo exerce impacto moderado porém contínuo sobre o potencial reprodutivo de *Chrysoperla externa*.

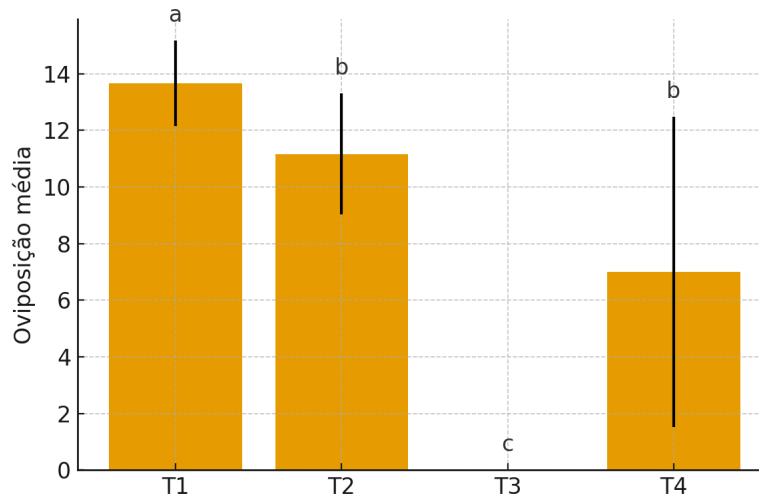


Figura 12. Oviposição média após 15 dias. T1 manteve maior postura; T2 e T4 reduziram. Letras indicam diferenças significativas (Tukey, $p < 0.05$).

A oviposição de *Chrysoperla externa* ao longo de 1, 5, 10 e 15 dias evidenciou padrões consistentes e alinhados à resposta fisiológica esperada para insetos benéficos expostos a agentes seletivos. O controle (T1) manteve os maiores níveis de postura durante todo o período, refletindo o potencial reprodutivo natural da espécie. O extrato de *Simarouba* (T4) apresentou desempenho reprodutivo equivalente ao controle nas avaliações iniciais, com redução moderada apenas ao final do período, sugerindo um efeito cumulativo leve, porém sem comprometer a função reprodutiva. *Isaria fumosorosea* promoveu redução progressiva e consistente da oviposição em todas as avaliações (T2), caracterizando impacto subletal reprodutivo contínuo, ainda que sem supressão completa da postura. Ressalta-se que o tratamento químico sintético não integra esta etapa de avaliação, uma vez que resultou em mortalidade total na fase aguda, inviabilizando a mensuração de parâmetros crônicos. Em conjunto, os resultados indicam maior compatibilidade reprodutiva do extrato vegetal, impacto moderado do agente microbiano e plena manutenção do potencial reprodutivo no controle, estabelecendo base sólida para a interpretação ecológica e operacional desses efeitos na discussão subsequente.

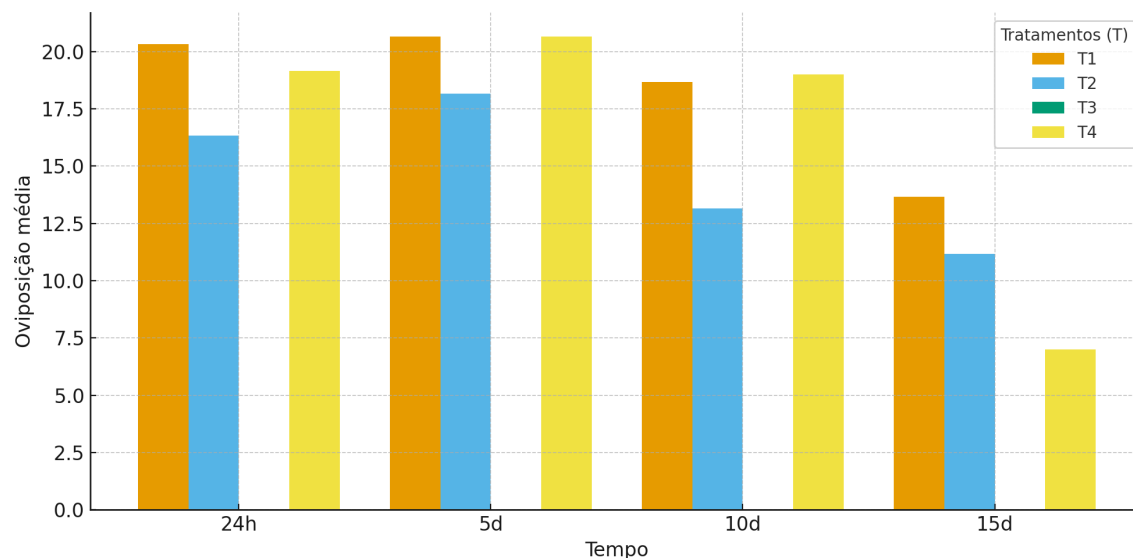


Figura 13. Oviposição média de *C. externa* ao longo dos períodos avaliados (24h, 5, 10 e 15 dias) nos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Observa-se maior oviposição em T1 durante todo o período, seguida de T4, com T2 apresentando valores intermediários e T3 sem postura em todas as avaliações, mortes constatadas na fase aguda do experimento (24h-120h). Letras indicam diferenças significativas entre tratamentos (Tukey, $p < 0.05$)

6. Discussão

A toxicidade dos tratamentos avaliados revelou diferenças significativas no desempenho de adultos de *C. externa*, principalmente para o impacto agudo do acefato e o perfil compatível de *I. fumosorosea* e do extrato de *Simarouba* sp. A mortalidade total de T3 até 72h confirma o potencial tóxico de organofosforados para crisopídeos como *C. externa*, padrão amplamente descrito em bioensaios controlados e em estudos de campo, evidenciando sua incompatibilidade com programas de MIP focados na conservação de inimigos naturais (Moura et al., 2011; Albuquerque, 1994; Oliveira & Carvalho, 2021; Farias et al., 2023; Botton et al., 2020). Resultados semelhantes foram obtidos por (Castilhos et al. 2017), que relataram 100% de mortalidade para adultos de *C. externa* expostos a organofosforados como fentiona e fenitrotiona, confirmando o elevado impacto desses compostos sobre inimigos naturais. De forma convergente, Vilela et al. (2010) observaram que piretroides e avermectinas também provocaram mortalidade significativa em pré-pupas e adultos de *C. externa*, sendo classificados (padrão IOBC) como moderadamente ou altamente nocivos. Estudos recentes reforçam que os efeitos letais e subletais de inseticidas de contato sobre ovos e pupas da espécie permanecem

expressivos, especialmente para moléculas neurotóxicas (Armas, 2021). Por outro lado, a sobrevivência observada em T2 e T4 reflete o perfil esperado para agentes biológicos e botânicos compatíveis com predadores benéficos, reforçando recomendações de integração de ferramentas de controle visando o manejo seletivo (Vilela, 2010; Oliveira et al., 2020; Pereira et al., 2018; Tomacheski et al. 2025).

A análise de sobrevivência crônica via Kaplan-Meier demonstrou manutenção populacional consistente por 21 dias em T2 e T4, com reduções pontuais e não progressivas, comportamento semelhante ao relatado para adultos expostos a bioinsumos em diferentes culturas agrícolas (Castro et al., 2020; Ferreira et al., 2010; Silva et al., 2022; Armas, 2023; Carvalho et al., 2022). Resultados compatíveis foram obtidos por (Dias et al. 2019) e (Castro & Martínez, 2019), que verificaram sobrevivência integral e manutenção da atividade predatória de *C. externa* após exposição a fungos entomopatogênicos dos gêneros *Beauveria* spp. e *Metarhizium* spp., confirmando a seletividade e a segurança do uso combinado desses agentes de controle. De forma convergente, (Silva et al. 2023) relataram sobrevivência superior a 98% de larvas de *C. externa* tratadas com óleos vegetais, reforçando que compostos de origem natural tendem a apresentar baixa toxicidade fisiológica e compatibilidade ecológica com predadores generalistas. Estudos sobre fungicidas registrados para o trigo também demonstram que moléculas de baixa persistência, como estrobilurinas e triazóis, mantêm altos índices de sobrevivência do predador, validando a resistência fisiológica observada em exposições prolongadas. A queda tardia observada no controle confirma o componente natural de senescência, conforme os padrões biológicos descritos em estudos de longevidade com crisopídeos alimentados em condições controladas (Souza et al., 2019; Santos et al., 2018; Borella, 2019; Oliveira et al., 2021; Tomacheski et al. 2025). A consistência entre curvas e patamares finais reforça a robustez experimental e sustenta a classificação de T2 e T4 como compatíveis, com acurácia metodológica alinhada às diretrizes IOBC e protocolos validados de seletividade (Hassan et al., 1985; Candolfi et al., 2000; EPPO, 2010; Quinn et al., 2021).

A manutenção da oviposição em T4 em níveis próximos ao controle nas avaliações iniciais indica baixa interferência fisiológica, enquanto a redução transitória

observada em T2 sugere efeito subletal moderado e temporário, um padrão já relatado em estudos envolvendo fungos entomopatogênicos e controle biológico associado (Oliveira et al., 2020; Freitas et al., 2021; Fernandes et al., 2017; Ferraz et al., 2022; Silva et al., 2015). De forma semelhante, (Dias et al. 2019) observaram que adultos de *C. externa* mantiveram níveis estáveis de oviposição após alimentarem-se de presas infectadas com *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, evidenciando compatibilidade reprodutiva com agentes entomopatogênicos. Resultados obtidos por (Castro & Martínez 2019) indicaram apenas uma redução temporária na fecundidade, com recuperação plena nas gerações seguintes, reforçando que os efeitos subletais desses fungos são geralmente reversíveis e não comprometem a viabilidade populacional. Em contraste, estudos envolvendo inseticidas sintéticos demonstraram reduções significativas e persistentes na fecundidade e viabilidade de ovos, destacando a severidade dos efeitos fisiológicos de compostos neurotóxicos sobre crisopídeos (Armas, 2021). (Silva et al. 2017) também relataram que, entre diferentes inseticidas testados, apenas o clorantulaniliprole manteve fecundidade próxima ao controle, reforçando a seletividade fisiológica de compostos de baixa toxicidade e sua importância para a sustentabilidade de inimigos naturais. Os resultados obtidos neste estudo destacam que a compatibilidade funcional de T2, embora positiva, requer atenção ao sincronismo de aplicação para evitar impactos reprodutivos em momentos críticos de estabelecimento populacional.

A classificação final pelo enquadramento da IOBC confirmou os três perfis observados: T3 como altamente prejudicial, inviabilizando uso conjunto com *C. externa*; T4 majoritariamente inócuo ao predador; e T2 como levemente nocivo, porém operacionalmente compatível dentro de estratégias de MIP integradas (Moura et al., 2011; Vilela, 2010; Farias et al., 2023; Oliveira et al., 2021; Pereira et al., 2018). Estudos prévios reforçam a precisão desse enquadramento, uma vez que produtos organofosforados e piretroides foram igualmente classificados como nocivos (classe 4) por (Castilhos et al. 2017) e (Vilela et al. 2010), enquanto formulações mais seletivas, como clorantulaniliprole e IGRs, receberam classificação inócua ou levemente nociva conforme (Silva et al. 2017). De modo semelhante, (Dias et al. 2019) e (Castro & Martínez, 2019) confirmaram a compatibilidade de fungos entomopatogênicos com *C. externa*, destacando seu potencial de uso em programas de manejo integrado sem

comprometer populações de predadores. A inocuidade observada para T4 também encontra respaldo nos resultados de (Silva et al. 2023), que relataram compatibilidade completa de óleos vegetais com larvas de crisopídeos, evidenciando a coerência metodológica do presente estudo com protocolos internacionais de seletividade. Ao integrar mortalidade aguda, sobrevivência prolongada, reprodução e enquadramento normativo, este trabalho oferece evidência aplicada para a inclusão do extrato de *Simarouba* e de *I. fumosorosea* em sistemas conservativos, com potencial direto para o manejo de pragas em milho, ampliando a base de conhecimento existente e respondendo a lacunas apontadas em publicações recentes sobre seletividade e sustentabilidade (Botton et al., 2020; Embrapa, 2020; Tomacheski et al.2025,; Oliveira & Carvalho, 2021).

7. Conclusão

Os produtos T2, T3 e T4 diferem quanto à seletividade para adultos de *C. externa* sendo o acefato altamente tóxico, provocando elevada mortalidade e reduzindo significativamente a sobrevivência e a oviposição dos adultos, e classificado como nocivo segundo os critérios da IOBC/WPRS; *Isaria fumosorosea* apresentou efeito levemente nocivo, com impacto moderado sobre a sobrevivência, mas sem comprometer de forma acentuada a reprodução; já o extrato aquoso de *Simarouba* sp. mostrou-se o tratamento mais seletivo, com menor efeito negativo sobre a sobrevivência e a oviposição, sendo, portanto, o mais compatível com adultos de *C. externa*, enquanto o acefato foi o menos seletivo.

8. REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. **A method of computing the effectiveness of an insecticide.** *Journal of Economic Entomology*, v. 18, n. 2, p. 265–267, 1925. Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article/18/2/265/785683>

ACEVEDO, V. F.; GIL, S. R.; SEOANE, A. et al. **Evaluation of imidacloprid (Confidor OD®) genotoxicity and its impact on *Chrysoperla externa*.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Elsevier, 2024.

AGNES, D. C. **Exposição do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) a inseticidas reguladores de crescimento.** 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul. [Repositório Institucional da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Exposição do predador *Chrysoperla externa* \(Hagen, 1861\) \(Neuroptera: Chrysopidae\) a inseticidas reguladores de crescimento](#) Acesso em: 22 out. 2025.

AKTER, M. I.; ISLAM, M. N.; RAHMAN, M. A.; ISLAM, M. S.; HOSSAIN, M. S. **Antifeedant and repellent effects of four botanical oils against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) on maize under laboratory condition.** *Annals of Bangladesh Agriculture*, v. 28, n. 1, p. 157–165, 2024. Disponível em: <https://www.banglajol.info/index.php/ABA/article/download/81433/53901/227489>.

ALBUQUERQUE, G. S.; FREITAS, S.; VILELA, E. F. ***Chrysoperla externa* in Brazilian agroecosystems.** *Revista Brasileira de Entomologia*, 38(2): 287–293, 1994.

ALVES, M. L.; ANGELINI, R. M. **Controle biológico de *Dalbulus maidis* com macro e microrganismos.** *Revista FOCO*, v.18, n.7, p.104–117, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v18n7-143> . Acesso em: 22 out. 2025.

ANJOS, L. **Desempenho agrônomo de híbridos de milho Forseed no sudoeste goiano.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal Goiano, Rio Verde.

ANVISA. **Agência atualiza guias de avaliação toxicológica de agrotóxicos. Comunicado institucional.** Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2024/agencia-atualiza-guias-de-avaliacao-toxicologica-de-agrotoxicos>

ARANTES, J. T. **Estudo explica como um fungo pode controlar a principal praga que afeta o cultivo de milho (*Dalbulus maidis*).** *Agência FAPESP*, 06 mar. 2024.

Disponível em:
<https://agencia.fapesp.br/study-explains-how-a-fungus-can-control-the-corn-leafhopper-a-n-extremely-harmful-pest/50997>

ARMAS, Franciele Silva de. **Efeitos letais e subletais de inseticidas utilizados na cultura do pessegueiro sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de laboratório e semi-campo.** 2021. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências – Entomologia Agrícola) – Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Pelotas. Disponível em: <https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/8381>

ARMAS, F. S. de. **Residual toxicity of insecticides on larvae and adults of *Chrysoperla externa*.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 45, e-926, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/BhfZNs7VJV7sqB4hphv6b4j/>

AUAD, A. M.; FREITAS, S.; BARBOSA, L. R. **Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* em diferentes densidades de *Uroleucon ambrosiae*.** *Revista Brasileira de Entomologia*, 47(1): 15–18, 2003.

AUN, C. **Biologia de *Chrysoperla externa*.** [Arquivo interno: Biologia de *Chrysoperla externa*.pdf].

BARTMER, L. B. **Controle biológico da cigarrinha *Dalbulus maidis* na cultura do milho.** 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/6909>. Acesso em: 26 out. 2025

BATISTA, A. F. M. et al. **Intercropping collard plants with coriander modulates behavioral interactions of aphids, parasitoids and predators.** *Insects*, v. 15, n. 3, p. 330, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects15030330>.

BEHLE, R. W.; JACKSON, M. A.; JARONSKI, S. T.; et al. **Comparing production and efficacy of *Cordyceps javanica* strains for control of *Bemisia tabaci*.** *Journal of Economic Entomology*, v. 115, n. 2, p. 455-463, 2022.
Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article/115/2/455/6516688>

BERNARDO, L. H. S. **Manejo da lagarta-do-cartucho na cultura do milho.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Norte do Paraná, Londrina.

BOTTON, M. et al. **Seletividade de inseticidas utilizados na fruticultura temperada para inimigos naturais.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 42, e-098, 2020.

BRAGHINI, A.; NASCIMENTO, R. F.; MACEDO-REIS, L. E.; et al. **Testing the effects of prey type on the life history and population growth of *Chrysoperla externa*.** *Insects*, v. 15, n. 5, p. 330, 2024.

Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4450/15/5/330>

BRASIL. EMBRAPA MILHO E SORGO. **Manejo de pragas do milho e boas práticas fitossanitárias.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2023. (Boletim Técnico, n. 6). Disponível em: <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo> . Acesso em: 02 set. 2025.

BORGES, L.; HERRERA, J.; ALVES, R.; MARQUES, M. **Controle de *Spodoptera frugiperda* pelo tratamento com *Chrysoperla externa*.** Editora Científica, 2024.

BORTOLI, L. C. et al. **Eficácia de diferentes atrativos na captura de *Chrysoperla externa* em agroecossistema.** *Revista Agrogeoambiental*, v. 15, n. 3, 2023. DOI: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v15n320231833>.

BUENO, A. F. et al. **Seletividade de inseticidas a inimigos naturais: bases teóricas e aplicações práticas no manejo integrado de pragas.** Londrina: Embrapa Soja, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155604/1/Seletividade-inseticidas-i-nimigos-naturais.pdf>

CALEFFI, G. B.; ANDRADE, G. S.; PEREIRA, A. L.; SOUSA, F. S. **Overview of corn pest control using chemical and biological agents.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 2024.

CANDOLFI, M. P. et al. **Guidance document on regulatory testing and risk assessment procedures for plant protection products with non-target arthropods (ESCORT 2).** IOBC/WPRS, Gent, 2000. 158 p. ISBN 92-9067-129-7. Disponível em: <https://iobc-wprs.org/product/guidelines-to-evaluate-side-effects-of-plant-protection-products-to-non-target-arthropods/> (registro); versão PDF: https://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public/resources/other/_ESCORT%202%20_non-target%20arthropods.pdf

CASTILHOS, R. V. et al. **Toxicidade de inseticidas registrados na cultura do pessegueiro sobre adultos de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae).** Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 16, n. 3, p. 317–325, 2017.

CASTILHOS, R. V. et al. **Toxicidade de inseticidas a *Chrysoperla externa* em pomares de pessegueiro.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.36, n.3, p.681–689, 2014.

CASTRO, T.; MARTÍNEZ, A. M. **Compatibilidad de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae con *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae).** Revista Colombiana de Entomología, v. 45, n. 2, e8122, 2019. Disponível em: <https://revistacolombianaentomologia.unal.edu.co/index.php/revcolen/article/view/8122>

CASTRO, T. F.; CARVALHO, C. F. **Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentada com *Aphis gossypii*.** Ciência e Prática, Lavras, v. 7, n. 1, p. 74–80, 2003.

CARVALHO, G. A.; SOUZA, B.; SOUZA, M. J. H. **Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do café sobre o predador *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae).** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.44, n.8, p.1100–1105, 2009.

CIVIDANES, F. J.; CIVIDANES, T. M. S. **Seletividade de inseticidas para adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861).** Neotropical Entomology, v. 31, n. 4, p. 623–629, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2002000400015>.

COSME, L. V.; CARVALHO, G. A.; MOURA, A. P.; PARREIRA, D. S. **Toxicidade de óleo de nim para pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae).** Arquivos do Instituto Biológico, v. 76, n. 2, p. 233–238, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/VyQLR4b7bSkBTBKkvNXWS3c/?lang=pt>

COSME, L. V.; CARVALHO, G. A.; MOURA, A. P.; PRADO, D. S. **Neem oil toxicity to *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861).** Acta Biológica, v. 31, n. 2, p. 179–185, 2009. Disponível e.

COSTA, J. V. et al. **Dinâmica de predação e resposta funcional de *Chrysoperla externa*.** Agropecuária Científica no Semiárido, v. 18, n. 3, p. 65–72, 2022.

CUSI MORAN, Y. R.; QUISPE, C. Q. **Bioecología del depredador *Chrysoperla externa* en agroecosistemas de maíz.** Revista Peruana de Entomología, v. 59, p. 24–31, 2021

DIAS, P. M.; LOUREIRO, E. S.; PESSOA, L. G. A.; et al. **Interactions between fungal-infected *Helicoverpa armigera* and the predator *Chrysoperla externa*: implications for integrated pest management.** *Insects*, v. 10, n. 10, 309, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4450/10/10/309>

DIAS, C. S. et al. **Interactions between fungal-infected *Helicoverpa armigera* and the predator *Chrysoperla externa*: implications for integrated pest management.** *Journal of Applied Entomology*, v. 143, n. 7, p. 693–703, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jen.12655>

DINIZ, A. R. M. et al. **Resposta funcional de *Chrysoperla externa* a diferentes densidades de presas.** *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 19, n. 1, p. 43–52, 2023.

DORLIVETE, D. M. **Alternativas de manejo com óleos e extratos vegetais em inimigos naturais.** *Revista Verde*, v. 16, p. 112–120, 2021.

DUARTE, E. R.; PEÑA, G. D.; et al. **Manejo da cigarrinha-do-milho com *Chrysoperla externa* e parasitoides.** *Recima21 – Revista Científica Multidisciplinar*, v. 5, n. 3, p. 112–124, 2024.

EPPO. **Laboratory tests for evaluating side-effects of plant protection products on beneficial arthropods.** *EPPO Bulletin*, v. 40, p. 313–319, 2010. Disponível em: EPPO PP1 Standard

FRANÇA, B. C. et al. **Seletividade e toxicidade de inseticidas em predadores e parasitoides.** *Neotropical Entomology*, v. 51, p. 678–690, 2022

FERRO CARDOSO, A. et al. **Controle de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) na cultura do milho.** *Revista de Ciências Agroambientais*, Cáceres, v.21, n.2, p.81–91, 2023.

FERNANDES, F. L BACCI, L.; FERNANDES, S. M **Efeito de bioinseticidas sobre predadores generalistas.** *EntomoBrasilis*, v. 10, p. 21–29, 2017. Disponível em: <https://www.entomobrasilis.org/index.php/ebras/article/view/52> Acesso em: 05 set. 2025.

FERNANDES, V. J. **Morfometria e comportamento reprodutivo de *Chrysoperla externa*.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2023.

FERREIRA, C. S.; FERNANDES, F. A. **Compatibilidade de óleos vegetais com larvas de crisopídeos.** *Revista Caatinga*, v. 35, p. 150–161, 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1174271/1/Compatibilidade-de-oleos-vegetais-com-larvas-de-Crisopideos..pdf> Acesso em: 8 set. 2025.

FINOTTI, C. G. D.; SILVA, F. J. C.; et al. **Atividade de diferentes moléculas inseticidas sobre predadores generalistas.** Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 2021.

FREIRES, S. T. S. **Utilização de inseticidas naturais na agricultura: uma revisão.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Ouricuri. Disponível em: <https://repositorio.ifsertao-pe.edu.br/handle/123456789/2729>. Acesso em: 22 out. 2025.

GODOY, M. S.; LIRA, A. G.; LIMA, A. G.; et al. **Residual toxicity of insecticides applied to first-stage lacewing larvae.** *Revista Caatinga*, v. 38, e12569, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/12569>

GODOY, M. S. et al. **Seletividade de inseticidas usados na cultura do milho para adultos de tesourinha e crisopídeos.** *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. 2, p. 359–364, 2004.

GODOY, M. S.; LIRA, A. G.; LIMA, A. G. et al. **Residual toxicity of insecticides applied to first-stage lacewing larvae.** *Revista Caatinga*, v. 38, 2025. 5.

GONÇALVES, A. B. et al. **Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce.** *Revista Científica de Biologia e Ciências Agrárias*, v. 11, n. 2, 2021.

GONÇALVES, A. B. et al. **Development, predation, and prey preference of *Chrysoperla externa* fed with *Duponchelia fovealis*.** *Insects*, v. 15, 2024..

GONÇALVES, G. M. et al. **Toxicidade de inseticidas sobre adultos de *Chrysoperla externa*.** *Ciência Rural*, v. 54, p. 1–9, 2024.

HARAMBOURE, M. **Lethal and sublethal effects after treatment with conventional and biorational insecticides on eggs of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae).** *Revista Colombiana de Entomología*, v. 43, n. 2, p. 161–166, 2017. DOI: 10.25100/socolen.v43i2.5937.

HASSAN, S. A. et al. **Standard methods to test the side effects of pesticides on natural enemies of insects and mites**. IOBC/WPRS Bulletin, v. 8, p. 1–65, 1985. (Trabalho do WG “Pesticides and Beneficial Organisms”.) Resumo e registro público: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2338.1985.tb00224.x>

KOMALA, G.; MOOKIAH, S.; MARIMUTHU, M.; SUJAYANAND, G. K.; SAMPATHRAJAN, V.; GNANADHAS, P.; GOVINDASAMY, K.; KOLANCHI, P.; et al. **Untargeted metabolomics-based study of extracts from *Simarouba glauca* plant parts for insecticidal effects against *Spodoptera frugiperda***. *Scientific Reports*, v. 15, art. 30643, 2025. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-01605-y>. Acesso em: 7 set. 2025. [Nature](#)

LEMES, I. G. **Efeito de recursos alimentares sobre longevidade e fecundidade de *Chrysoperla externa***. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2023.

LI, Y.; WANG, J.; ZHANG, X.; et al. **Microsclerotia formation of the biocontrol fungus *Cordyceps javanica* IF-1106 and surface characteristics of microsclerotia**. *Frontiers in Microbiology*, v. 16, art. 1583850, 2025. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2025.1583850/full>

LOSS, G.; CANUTO, R. S. O.; et al. **Controle de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) em milho utilizando *Chrysoperla externa***. *Revista Foco*, v. 5, n. 2, p. 33–42, 2025

MAIA, W. J. M. S. **Aspectos biológicos e exigências térmicas de *Chrysoperla externa***. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 1998.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. *Agrofit: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – Registro do Acefato (uso em milho)*. Brasília, 2024. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons . Acesso em: 22 out. 2025.

MARTINS FILHO, S.; DUARTE, M. L.; VENZON, M. **Survival Analysis of the Green Lacewing, *Chrysoperla externa* (Hagen) Exposed to Neem-Based Products**. *Agriculture*, v. 13, n. 2, 292, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/13/2/292>

MATIOLI, T. F. **Avaliação da toxicidade residual de inseticidas em inimigos naturais**. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 66, p. 45–53, 2023

MELO, G. A. et al. **Comportamento e predação de *Chrysoperla externa* em sistemas conservacionistas.** *Agroecologia em Revista*, v. 16, n. 1, p. 88–99, 2024.

MERTZ, A. W.; SALSA, N. **Manejo integrado da lagarta-do-cartucho com *Chrysoperla externa*.** Repositório PGSSCogna, 2022.

MIRANDA, Gabriela de Azambuja Silva. **Padronização de metodologia para avaliar a seletividade de pesticidas sobre parasitoides de ovos.** 2010. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/809>

MOSTAFA, M. E.; EL-ROKH, A. R.; ABDEL-MOGIB, M. ***Quassia amara* Linn. (Simaroubaceae): phytochemical composition and biopesticidal potential.** *Journal of Plant Diseases and Protection*, v. 132, 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s41348-025-01088-z>. Acesso em: 24 set. 2025. [SpringerLink](#)

MORALLES, D. **Seletividade dos fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* para crisopídeos.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2024.

MOURA, A. P.; et al. **Toxicological and ultrastructural analysis of the impact of pesticides used in temperate fruit crops on two populations of *Chrysoperla externa*.** *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 55, n. 3, p. 411–418, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/xKYf7dqdFHFz5tPxny8KcRH>

NOGUEIRA, D. G.; SOUSA, I. C. B.; MARTINS, L. F.; PEREIRA, L. L.; GARCIA, E. Q. **A preferência atrativa de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) por folhas de *Coffea arabica* L.** *Arquivos do MUDI*, v. 27, n. 3, p. 207-217, 2023.

OLIVEIRA, H. N.; CARVALHO, C. F. **Suscetibilidade de *Chrysoperla externa* a inseticidas no manejo de pragas.** 2021. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife

OLIVEIRA, J. R. et al. **Tempo de busca e de manuseio de presas por larvas de *Chrysoperla externa* em diferentes instares.** *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 15, 2021.

PASINI, R. A.; RAKES, M.; ... **Residual action of five insecticides on larvae of *Chrysoperla externa***. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, p. 24310–24318, 2020.

PEREZ, C. A. **Dieta para adultos de *Chrysoperla externa***. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, Londrina, 1984.

PESSOA, M. C. P. Y. et al. **Biological aspects of the immature stages of *Chrysoperla externa* fed on *Aphis gossypii***. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 1, p. 107–112, 2004.

PITTA, R. M.; MENDES, S. M. **Biologia, hospedeiros e manejo de pulgões em milho**. Sinop: Embrapa Agrossilvipastoril, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1139408/biologia-hospedeiro-s-e-manejo-de-pulgoes-em-milho>. Acesso em: 22 out. 2025

RAMALHO, F. S. et al. **Preferência de oviposição e retenção de adultos de *Chrysoperla externa* em plantas atrativas**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Entomologia, 2020.

RIBEIRO, M. J.; CARVALHO, C. F.; MATIOLI, J. C. **Biologia de adultos de *Chrysoperla externa* alimentados com diferentes dietas**. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 17, n. 2, p. 120–130, 1993.

ROCHA, A. O.; SIGNORI, N. **Manejo integrado de pragas na cultura do milho com *Chrysoperla externa***. Repositório PGSSCogna, 2021.

RUGNO, G. R. **Aspectos da predação entre larvas de *Chrysoperla externa* e predação intraguilda**. *Agroecologia em Revista*, v. 11, n. 1, p. 44–53, 2019.

ROMEIRO SOBRINHO, C. R. **Estudos toxicológicos de compostos vegetais de origem natural sobre insetos-praga**. 2021. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/handle/123456789/32615>. Acesso em: 12 out. 2025

SAMPAIO, T. M. **Caracterização e manejo de infecção microbiana em *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2022. Dissertação (Mestrado

em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba.

Disponível

em:

<https://bdtd.ufmt.edu.br/bitstream/123456789/1465/5/Dissert%20Taina%20M%20Sampaio.pdf>

SANDEEP, A.; RAMESH, B.; SANTHOSH, S.; et al. **Field efficacy of *Isaria fumosorosea* alone and in combination with insecticides against *Aleurodicus rugioperculatus* on coconut.** *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, v. 32, art. 106, 2022.

Disponível

em:

<https://ejbpc.springeropen.com/articles/10.1186/s41938-022-00600-z>. Acesso em: 23 set. 2025.

SANTOS, E. S. et al. **Manejo do percevejo-barriga-verde na cultura do milho.** *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2024.

Disponível em: <https://remunom.ojsbr.com/multidisciplinar/article/view/2803/3123>

SANTOS, C. H. F. et al. **Atratividade de voláteis emitidos por plantas infestadas para adultos de *Chrysoperla externa*.** *Revista Colmeia*, v. 13, n. 1, 2023.

SILVA, C. G. et al. **Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentada com *Bemisia tabaci*.** *Ciência e Prática*, Lavras, v. 17, n. 2, p. 115–119, 2004.

SILVA, E. T. B.; CARVALHO, M. M. P.; CARVALHO, T. R. F. et al. **Compatibilidade de óleos vegetais com larvas de crisopídeos.** Embrapa Semiárido, 2025.

SILVA, F. de A.; RAKES, M.; PASINI, R. et al. **Toxicidade residual de quatro inseticidas sobre *Chrysoperla externa*.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 45, 2023.

SILVA, R. A.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; SILVA, D. B. **Effects of pesticides on eggs of *Chrysoperla externa* and consequences on subsequent development.** *Revista Colombiana de Entomología*, v. 38, n. 1, 2012. DOI: <https://doi.org/10.25100/socolen.v38i1.8918>.

SILVA, T. B. et al. **Comportamento predatório e seletividade de larvas de *Chrysoperla externa*.** *Revista Científica Rural*, v. 28, n. 1, 2023.

SILVA, A. L. **Flutuação populacional de RHOPALOSIPHUM MAIDIS (HEMIPTERA: APHIDIDAE) na cultura do milho.** 2023. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, 2023 [Repositório Institucional da Universidade Federal de Sergipe - RI/UFS: Flutuação populacional de RHOPALOSIPHUM MAIDIS \(HEMIPTERA: APHIDIDAE\) na cultura do milho.](#)

SILVA, B. K. A. et al. **Toxicity of insecticides used in muskmelon on first-instar larvae of *Chrysoperla genanigra* Freitas (Neuroptera: Chrysopidae).** Revista Caatinga, v. 30, n. 3, p. 662–669, 2017.

SILVA, D. C. et al. **Atividade inseticida de extratos de *Simarouba versicolor* associada à inibição da acetilcolinesterase.** *Research, Society and Development*, v. 12, n. 3, e 40721, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i3.40721

SILVA, D. P. et al. **Sublethal effects of entomopathogenic fungi on *Chrysoperla externa*.** *Insects*, v. 13, p. 1–11, 2022

SILVA, É. T. B. et al. **Compatibilidade de óleos vegetais com larvas de crisopídeos (*Chrysoperla externa*).** Revista Agropecuária Científica no Semiárido (COMEIA), v. 19, n. 1, p. 73–80, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufcg.edu.br/comeia/index.php/comeia/article/view/81516>

SILVA, M. F. et al. **Toxicidade aguda e residual de inseticidas sobre inimigos naturais de pragas do milho.** *Neotropical Entomology*, v. 49, p. 634–643, 2020.

SILVA, V. A. et al. **Toxic effects of insecticides on natural enemies in corn agroecosystems.** *Agronomy Research*, v. 21, p. 321–335, 2023.

SOUZA, M. J. et al. **Liberação inundativa de *Chrysoperla externa* em sistemas orgânicos de produção de hortaliças.** In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 2023.

SOUZA, D. R. et al. **Efeitos subletais de inseticidas em predadores.** *Revista de Ciências Ambientais*, v. 17, p. 29–40, 202

SOUZA, S. A.; SILVA, L. F.; LIMA, E.; et al. **Insecticidal potential of *Simarouba glauca* extracts in the biology of *Spodoptera frugiperda*.** *Sustainability*, v. 15, n. 10, p. 7759, 2023.

SUAREZ-LOPEZ, Y. A.; HATEM, A. E.; ALDEBIS, H. K.; VARGAS-OSUNA, E. **Effects of tebufenozide on eggs, larvae and adults of *Chrysoperla carnea***

(Neuroptera: Chrysopidae). *Insects*, v. 14, n. 6, 521, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4450/14/6/521>. Acesso em: 14 set. 2025.

TOMACHESKI, J. F.; GARCIA, A. S. G.; NAKAJIMA, R. T.; PATRONI, F. M. S.; SCUDELER, E. L.; NÓBREGA, R. H.; SANTOS, D. C. **Intake of pyriproxyfen through contaminated food by the predator *Ceraeochrysa claveri* Navás, 1911 (Neuroptera: Chrysopidae): evaluation of long-term effects on testes via transcriptome analysis.** *Insects*, v. 16, n. 6, 567, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4450/16/6/567>. Acesso em: 22 set. 2025

VACARI, A. M. et al. **Resposta funcional de *Chrysoperla externa* alimentada com ovos de *Diatraea saccharalis*.** *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 18, n. 4, 2025.

VILELA, M. et al. **Seletividade de acaricidas utilizados em cafeeiro para pré-pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae).** *Coffee Science*, v. 5, n. 1, p. 55–63, 2010. [Seletividade de acaricidas usados em cafeeiro para *Chrysoperla externa* \(Hagen, 1861\) \(Neuroptera: Chrysopidae\)](#) .

XAVIER, H. M. B. **Efeito da concentração de CO₂ sobre o desenvolvimento e a biologia de *Chrysoperla externa*.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2023.

XU, P. P.; ZHANG, Y.; LI, L.; et al. **Synergistic effects of the entomopathogenic fungus *Cordyceps javanica* and the parasitoid *Tamarixia radiata* in pest management.** *Crop Protection*, v. 183, art. 106126, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219425001267>. Acesso em: 23 set. 2025.