

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 30/11/2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

POTENCIAL DE *Eriopis connexa* e *Hippodamia convergens*
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) NO CONTROLE DE
ÁCAROS TETRANÍQUÍDEOS E DO PULGÃO-VERDE-DO-
PESSEGUEIRO

Sidnéia Terezinha Soares de Matos

Bióloga

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**POTENCIAL DE *Eriopis connexa* e *Hippodamia convergens*
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) NO CONTROLE DE
ÁCAROS TETRANIQUÍDEOS E DO PULGÃO-VERDE-DO-
PESSEGUEIRO**

Sidnéia Terezinha Soares de Matos

Orientador: Dr. Daniel Júnior de Andrade

Coorientadora: Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola).

M433p Matos, Sidnéia Terezinha Soares de
Potencial de *Eriopis connexa* e *Hippodamia convergens*
(coleoptera: coccinellidae) no controle de... / Sidnéia Terezinha Soares
de Matos. -- Jaboticabal, 2020
116 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Daniel Júnior de Andrade
Coorientadora: Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes

1. Coccinelideo. 2. *Tetranychus urticae*. 3. Pragas. 4. *Tetranychus*
ogmophallos. 5. *Myzus persicae*. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: POTENCIAL DE *Eriopis connexa* E *Hippodamia convergens* (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) NO CONTROLE DE ÁCAROS TETRANIQUÍDEOS E DO PULGÃO-VERDE-DO-PESSEGUEIRO

AUTORA: SIDNÉIA TEREZINHA SOARES DE MATOS

ORIENTADOR: DANIEL JUNIOR DE ANDRADE

COORIENTADORA: TEREZINHA MONTEIRO DOS SANTOS CIVIDANES

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

Prof. Dr. DANIEL JUNIOR DE ANDRADE (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Fitossanidade) / FCAV / UNESP - Jaboticabal

P/ Profa. Dra. LAÍS DA CONCEIÇÃO DOS SANTOS (Participação Virtual)
Faculdade Quirinópolis-FAQUI / Quirinópolis/GO

P/ Profa. Dra. NILZA MARIA MARTINELLI (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Fitossanidade) / FCAV / UNESP - Jaboticabal

P/ Prof. Dr. ALEXANDRE DE SENE PINTO (Participação Virtual)
Departamento de Ciências Agrárias / Centro Universitário Moura Lacerda - Ribeirão Preto/SP

P/ Prof. Dr. SERGIO ANTONIO DE BORTOLI (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Fitossanidade) / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 30 de novembro de 2020

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

SIDNÉIA TEREZINHA SOARES DE MATOS - Filha de Geraldo Soares de Oliveira e Maria do Rosário de Matos Soares, natural de Chapada do Norte-MG. Formada em Ciências Biológicas pela Faculdade de Educação São Luís, Jaboticabal-SP, no ano de 2008, e em Engenharia Ambiental, pelo Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos-SP, no ano de 2013. Foi Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), modalidade Treinamento Técnico III, no período de abril de 2010 a agosto de 2010, Iniciação Científica no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2011 e Treinamento Técnico III, no período de novembro de 2012 a agosto de 2014. Em fevereiro de 2017, concluiu o Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Câmpus de Jaboticabal-SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e desenvolveu a dissertação na linha de pesquisa em Ecologia de Insetos na cultura de noqueira-macadâmia, sob orientação do Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes e coorientação da Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes. Em março de 2017, iniciou o Doutorado pela mesma Universidade. Foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e desenvolveu tese na linha de pesquisa de controle biológico de ácaros e pulgões com insetos da família Coccinellidae, sob orientação do Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade e coorientação da Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes, cujos resultados são apresentados na presente tese.

E-mail: sidimatos@yahoo.com.br

Os caminhos que ora seguimos
e por vezes nos parecem vazios
são na verdade leitos de rios
de cuja fonte intermitente bebemos.

Se abrimos nossos olhos e alma
esquecemos todos os receios
encontramos incontáveis meios
de alcançar os sonhos com calma.

São tantas as forças desta correnteza
e mãos amigas e firmes nos auxiliam no leme
quem segue com Deus nada teme
e o que era dúvida torna-se certeza.

Sou grato à natureza de minha origem,
aos calos adquiridos na vida
ao aprendizado nos livros e na lida
aos que foram, aos que ficam e aos que vêm.

Se houve momentos de desalento
venci como quem vence o perigo
certo de que Deus e os meus amigos são comigo
e deles vêm a conquista de meu intento.

Tudo que fiz foi com paixão
e aos que estiveram junto a mim
não existe outro jeito que não seja assim
para expressar minha gratidão.

(Mauro Gouvêa)

DEDICO

Aos meus pais, Geraldo Soares de Oliveira e Maria do Rosário de Matos Soares, aos meus irmãos Sinésia Soares de Matos, Sirlene Soares de Matos e Sidney Soares de Matos e aos meus cunhados Anarlete Ursulino Alves e Anderson Barbosa, pelo amor, incentivo, apoio e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo amor eterno e incondicional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade, por seu apoio, incentivo, valiosa orientação e conhecimentos transmitidos durante esta caminhada.

À minha coorientadora Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes, pela ajuda, conhecimentos transmitidos, palavras de incentivo e conselhos.

Ao Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes, pelos ensinamentos e oportunidades oferecidas.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, pela oportunidade concedida e apoio fornecido.

Ao Departamento de Ciências da Produção Agrícola, em especial ao setor de Fitossanidade da FCAV/Unesp, por toda a infraestrutura fornecida.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), pelos conhecimentos transmitidos durante as disciplinas ministradas.

Aos Professores Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior e Dra. Nilza Maria Martinelli, pela participação e colaboração em meu Exame Geral de Qualificação.

Aos integrantes do Laboratório do Grupo de Estratégias e Manejo de Ácaros Neotropicais (GEMAN), Patrice Jacob Savi, Claudiane Martins da Rocha, Daiana Paixão Nogueira Silva, Jaqueline Franciosi Della Vechia, Ana Beatriz Piai Kaap, Leilane Martins Lacerda e Matheus Cardoso de Castro, pelo auxílio em todos os momentos necessários, companheirismo, conselhos e, principalmente, pela amizade construída ao longo dos anos.

Às minhas amigas, Laís da Conceição dos Santos, Crislany de Lima Barbosa Andrade e Michele Aparecida Di Giorgi, pelo carinho, conselhos valorosos em momentos de dificuldade, parceria e amizade sincera, que facilitaram esta caminhada.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da FCAV/Unesp, pela convivência e participação junto às disciplinas e cursos realizados.

Aos funcionários e amigos do Setor de Fitossanidade, Cibeles da Silva Anton, Natalina Donizeti Curci, Alex Antônio Ribeiro e Dionísio Celso de Figueiredo Neto, pela atenção e auxílio prestado.

À Promip, pelo fornecimento de ovos de *Ephestia Kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae).

Ao professor Vitório Barato Neto, pela revisão gramatical da tese.

A todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

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

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
1. Introdução	1
2. Revisão de literatura	3
2.1 Importância dos ácaros tetraniquídeos	3
2.2 Pulgão <i>Myzus persicae</i>	5
2.2 Importância dos coccinelídeos.....	6
2.1.1 <i>Eriopis connexa</i>	7
2.1.2 <i>Hippodamia convergens</i>	8
2.3 Tabela de vida	9
2.4 Resposta funcional	10
2.5 Seletividade	11
3. Referências	12
CAPÍTULO 2 - Adequação de ácaros tetraniquídeos e do pulgão-verde-do-pessegueiro como presa para <i>Eriopis connexa</i> (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae).....	30
1. Introdução	32
2. Material e Métodos.....	33
2.1 Criação de <i>Eriopis connexa</i>	33
2.2 Criação de <i>Myzus persicae</i>	34
2.3 Criação de ácaros tetraniquídeos	34
2.4 Aspectos biológicos de <i>Eriopis connexa</i>	35
2.5 Análise estatística	36
3. Resultados	37
4. Discussão.....	44
5. Referências	47
CAPÍTULO 3 - Adequação de diferentes espécies de presas para o predador <i>Hippodamia convergens</i> Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae)	53
1. Introdução	55
2. Material e Métodos.....	56
2.1 Criação de <i>Hippodamia convergens</i>	56
2.2 Criação de <i>Myzus persicae</i>	56

2.3 Criação de ácaros tetraniquídeos	57
2.4 Aspectos biológicos de <i>Hippodamia convergens</i>	57
2.5 Análise estatística	58
2. Resultados	60
3. Discussão.....	65
4. Referências	67
CAPÍTULO 4 - Resposta funcional de <i>Eriopis connexa</i> (German) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com ácaros tetraniquídeos	73
1. Introdução	75
2. Materiais e Métodos.....	76
2.1 Criação de <i>Eriopis connexa</i>	76
2.2 Criação de ácaros tetraniquídeos	77
2.3 Avaliação de resposta funcional	77
2.4 Análise dos dados.....	78
3. Resultados	79
4. Discussão.....	83
5. Referências	85
CAPÍTULO 5 - Toxicidade e efeito subletal de acaricidas sobre o predador <i>Eriopis connexa</i> (Coleoptera: Coccinellidae)	91
1. Introdução	93
2. Material e Métodos.....	94
2.1 Criação de <i>Eriopis connexa</i>	94
2.2 Produtos químicos	95
2.3 Efeitos sobre ovos.....	95
2.4 Efeitos sobre larvas e adultos	97
2.5 Parâmetros demográficos	97
3. Resultados	98
3.1 Efeitos sobre ovos.....	98
3.2 Efeitos sobre larvas.....	101
3.3 Efeitos sobre adultos.....	103
3.4 Efeitos sobre os parâmetros demográficos.....	103
4. Discussão.....	105
5. Referências	108

CAPÍTULO 6 – Considerações finais	115
---	-----

POTENCIAL DE *Eriopis connexa* e *Hippodamia convergens* (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) NO CONTROLE DE ÁCAROS TETRANIQUÍDEOS E DO PULGÃO-VERDE-DO-PESSEGUEIRO

RESUMO – Os coccinelídeos estão entre os agentes de controle biológico natural mais eficientes no controle de pragas. *Eriopis connexa* (Germar) e *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville ocorrem naturalmente em diversos agroecossistemas e apresentam grande eficiência predatória sobre diversas pragas. O presente trabalho objetivou avaliar o potencial desses dois predadores no controle de *Tetranychus urticae* Koch, *Tetranychus ogmophallos* Ferreira e Flechtmann Ferreira e Flechtmann, *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard e do pulgão *Myzus persicae* (Sulzer). Foram realizados experimentos em laboratório, visando a avaliar os parâmetros demográficos e a resposta funcional dos predadores em função de diferentes presas. Além disso, avaliou-se a seletividade de diversos acaricidas a estes predadores. *Eriopis connexa* completou o desenvolvimento biológico sobre todas as presas, exceto quando alimentada com *T. evansi*. O tempo de desenvolvimento e a mortalidade dos estágios imaturos de *E. connexa* foram menores ao serem alimentadas com *T. urticae* e *M. persicae*. Os dias de oviposição e a fecundidade das fêmeas foram maiores com estas mesmas presas. Joaninhas alimentadas com *T. urticae* e *M. persicae* apresentaram maiores taxas reprodutivas líquidas (R_0), taxas intrínsecas de aumento (r) e taxas finitas de aumento (λ). Por outro lado, *H. convergens* completou o desenvolvimento somente quando alimentada com *M. persicae*. Quando oferecidos ácaros tetraniquídeos, larvas de *H. convergens* morreram antes da fase de pupa. Larvas de *E. connexa* exibiram resposta funcional do tipo II quando alimentadas com *T. urticae* e *T. ogmophallos*. Larvas de quarto instar de *E. connexa* apresentaram tempos de manuseio menores em comparação aos estádios anteriores. A taxa de ataque foi superior em larvas de *E. connexa* alimentadas com *T. urticae*, em comparação àquelas alimentadas com *T. ogmophallos*. Com relação à seletividade, abamectina e oxymatrine causaram 100% de mortalidade de larvas de primeiro instar de *E. connexa*, enquanto propargite, espiromesifeno e fenpiroximato não afetaram a sobrevivência larval deste predador, mas afetaram a fecundidade, a fertilidade e a longevidade das fêmeas. Abamectina e oxymatrine reduziram a sobrevivência, a fecundidade e a fertilidade de adultos de *E. connexa*. Propargite, espiromesifeno e fenpiroximato, quando aplicados diretamente sobre os adultos de *E. connexa*, não apresentaram efeito significativo.

Palavras-chave: Coccinelídeo, pragas, *Tetranychus urticae*, *Tetranychus ogmophallos*, *Myzus persicae*.

POTENTIAL OF *Eriopis connexa* and *Hippodamia convergens* (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) IN THE CONTROL OF SPIDER MITES AND GREEN PEACH APHID

ABSTRACT – Coccinellids are among the most efficient biological control agents for pest control. *Eriopis connexa* (Germar) and *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville occur naturally in several agroecosystems and make them good candidates for pest control. This study accessed under laboratory conditions the potential of these two predators for controlling *Tetranychus urticae* Koch, *Tetranychus ogmophallos* Ferreira and Flechtmann, *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard, and the aphid *Myzus persicae* (Sulzer). For this purpose, we firstly evaluated the demographic parameters and the functional response of these predators feeding on different prey. We also determined the selectivity of different acaricides commonly used in strawberry crops on *E. connexa* stages (eggs, larvae, and adults). *Eriopis connexa* completed biological development on all prey, except on *T. evansi*. The development time and mortality rate of *E. connexa* immature stages were shorter on *T. urticae* and *M. persicae*. The oviposition days and the fecundity were also higher on these same preys. *Eriopis connexa* feeding on *T. urticae* and *M. persicae* showed higher net reproductive rate (R_0), intrinsic rate of increase (r) and finite rate of increase (λ). Conversely, *H. convergens* completed immature development only on *M. persicae*. *Hippodamia convergens* could not complete immature development reared on spider mites, dying before reaching the pupal stage. *Eriopis connexa* larvae exhibited type II functional response on *T. urticae* and *T. ogmophallos*. *Eriopis connexa* fourth instar larvae showed handling time shorter compared to the previous stages. The attack rate of *E. connexa* larvae was higher on *T. urticae* than on *T. ogmophallos*. The selectivity results showed that abamectin and oxymatrine caused 100% mortality of *E. connexa* first instar larvae. Propargite, spiromesifene, and fenpyroximate did not affect the larval survival of this predator but did affect the fecundity, fertility and longevity of the females. However, abamectin and oxymatrine reduced the larval survival, fecundity and fertility of *E. connexa* adults. Topical exposure of propargite, spiromesifene and fenpyroximate, did not cause significant effect on *E. connexa* adults.

Keywords: Coccinellid, pest, *Tetranychus urticae*, *Tetranychus ogmophallos*, *Myzus persicae*.

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. Introdução

A família Coccinellidae agrupa insetos comumente chamados de joaninhas e possui aproximadamente 6.000 espécies distribuídas em diversos ecossistemas. A maioria das espécies desta família é predadora, tanto na fase larval, quanto na fase adulta (Ipertí, 1999; Jun et al., 2019). Esta família é reconhecida por suas contribuições como insetos benéficos, entre os quais diversas espécies possuem papel importante como reguladores de populações de artrópodes-praga, como pulgões, cochonilhas, moscas-brancas e ácaros (Costa et al., 2017; Fidelis et al., 2018; Pérez-Rodríguez et al., 2019).

Dentre as espécies de coccinelídeos predadores, *Eriopis connexa* (Gemar) e *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville) (Coleoptera: Coccinellidae) apresentam enorme potencial para utilização no controle biológico de pragas (Santos et al., 2013; Silva et al., 2013b). Estas espécies apresentam elevada capacidade de predação, forrageamento e polifagia (Santos, 2012; Santos, 2016a). Além disso, são encontradas naturalmente em diversos cultivos agrícolas (Sarmiento et al., 2004; Sarmiento et al., 2007; Lixa et al., 2010). Há décadas, o potencial destes coccinelídeos no controle de artrópodes-praga tem sido avaliado e explorado pelos pesquisadores (Dogan et al., 1996; Gyenge et al., 1998; Jessie et al., 2015; Pereira, 2017).

Ácaros e pulgões apresentam importância como pragas em inúmeras culturas agrícolas (Aranda, 2020; Vieira et al., 2016). Dentre as espécies de ácaros-praga, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) é considerada a mais importante, por causar elevados prejuízos econômicos em diversas culturas agrícolas e pelos inúmeros relatos de resistência aos produtos químicos (Boom et al., 2003; Ferreira et al., 2015; Hata et al., 2016). No entanto, outras espécies de ácaros também vêm se destacando, como *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard (Acari: Tetranychidae) e *Tetranychus ogmophallos* Ferreira e Flechtmann (Acari: Tetranychidae) que se caracterizam como pragas emergentes nas culturas do tomateiro e do amendoim, respectivamente (Melville et al., 2019; Savi et al., 2019; Bonato et al., 2000).

Com relação aos pulgões, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) é considerada a espécie de maior importância em termos mundiais (Bass et al., 2014;

Elhakim et al., 2020). Esta espécie apresenta ampla distribuição geográfica, vasto número de hospedeiros e é transmissora de mais de 100 doenças viróticas em aproximadamente 40 famílias de plantas, incluindo várias espécies de importância econômica, como tomate *Solanum lycopersicum* (L.), couve *Brassica oleracea* (L.), pêssago *Prunus persica* (L.), entre outras (Ribeiro et al., 2006; Civolani et al., 2010; Bass et al., 2014; Sun et al., 2018). Além da transmissão de viroses, *M. persicae* também é capaz de ocasionar danos diretos, através da sucção de seiva, que resulta no enrolamento de folhas e de brotos novos das plantas (Silva et al., 2013b; Sun et al., 2018).

Aplicações de acaricidas e inseticidas são o principal método utilizado para controle populacional de ácaros e pulgões nos agroecossistemas. Entretanto, o uso prolongado e não adequado destes produtos pode selecionar populações de pragas resistentes, causar o ressurgimento de pragas-alvo e surtos de pragas secundárias (Cordeiro et al., 2013; Guedes et al., 2016). Além disso, acarreta efeitos prejudiciais ao meio ambiente, aumento dos custos de produção e contribui para menor sustentabilidade ambiental do agroecossistema (Bass et al., 2014; Azandémè-Hounmalon et al., 2015; Sato et al., 2016).

Neste contexto, a utilização de agentes de controle biológico constitui fator primordial na implementação de Programas de Manejo Integrado em sistemas agrícolas (Orr et al., 2014; Baker et al., 2019). O controle biológico de pragas, utilizando coccinelídeos predadores, vem sendo realizado com sucesso há mais de 100 anos e tem contribuído para a condução das culturas agrícolas dentro do contexto da sustentabilidade. Pois, além de atuar de forma harmoniosa com o meio ambiente, é um método de controle que traz benefícios do ponto de vista social, econômico e ecológico (Parra, 2014; Baratt et al., 2017).

Em Programas de Controle Biológico, o período de desenvolvimento do predador e sua capacidade de predação exercem grande influência em sua capacidade de reduzir populações das presas (Michaud e Olsen, 2004; Castro, 2011). A qualidade da presa pode afetar o desenvolvimento, a longevidade e o potencial reprodutivo do inimigo natural. Desta forma, informações referentes à biologia do predador podem indicar se o inimigo natural apresenta potencial no controle da respectiva praga (Castro, 2011; Lumbierres et al., 2018; Farooq et al., 2020).

Devido à importância de *E. connexa* e *H. convergens* como agentes de controle biológico e a necessidade de estudos que melhorem as táticas de manejo de ácaros e de pulgões em agroecossistemas, este estudo teve como objetivos: a) avaliar os aspectos biológicos desses predadores alimentados com *T. urticae*, *T. ogmophallos*, *T. evansi* e *M. persicae*; b) avaliar a resposta funcional dos diferentes estádios larvais de *E. connexa*; e c) estudar os efeitos de acaricidas comumente utilizados em diversos cultivos agrícolas sob os diferentes estágios de desenvolvimento de *E. connexa*.

Conclusão

Conclui-se que a utilização de oxymatrine e de abamectina, para o controle de ácaros, pode afetar adversamente os níveis populacionais de *E. connexa* e comprometer o desempenho deste predador como agente de controle biológico. O menor impacto de propargite, espiromesifeno e fenpiroximate, observado sobre os parâmetros demográficos, sugere que esses compostos são menos nocivos ao

coccinelídeo do que os demais acaricidas testados. Estudos complementares devem ser conduzidos utilizando diferentes formas de exposição dos insetos aos acaricidas, visando a avaliar os efeitos sobre os parâmetros biológicos e comportamentais do predador. Além disso, estudos de campo e semicampo também podem auxiliar no entendimento dos impactos desses acaricidas sobre a população de *E. connexa*. O presente estudo fornece informações úteis para programas de Manejo Integrado de Pragas que visem à integração bem-sucedida do controle químico com o controle biológico.

5. Referências

Azod F, Shahidi-Noghabi S, Mahdian K, Smagghe G (2016) Lethal and sublethal effects of spirotetramat and abamectin on predatory beetles (*Menochilus sexmaculatus*) via prey (*Agonoscena pistaciae*) exposure, important for integrated pest management in pistachio orchards. **Belgian Journal of Zoology** 146:113-122.

Biondi A, Desneux N, Siscaro G, Zappalà L (2012) Using organic-certified rather than synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: Selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. **Chemosphere** 87:803–812. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.12.082>

Castro AA, Poderoso JCM, Ribeiro RC, Legaspi JC, Serrão JE, Zanuncio JC (2015) Demographic parameters of the insecticide-exposed predator *Podisus nigrispinus*: implications for IPM. **Biocontrol** 60:231-239. <https://doi.org/10.1007/s10526-014-9639-y>

Cottrell TE, Tillman PG (2017) Four species of lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) exhibit limited predation on *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) eggs and nymphs. **Biological Control** 114:73–78. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.08.005>

Chi H (1988) Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. **Environmental Entomology** 17:26-34. <https://doi.org/10.1093/ee/17.1.26>

Chi H (2020) TWSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. Taichung: National Chung Hsing University.

Cho JR, Kim YJ, Kim HS, Yoo JK (2002) Some biochemical evidence on the selective insecticide toxicity between the two aphids, *Aphis citricola* and *Myzus malisuctus* (Homoptera: Aphididae), and their predator, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology** 5:49-53.

Dai C, Ricupero M, Puglisi R, Lu Y, Desneux N, Biondi A, Zappalà L (2020) Can contamination by major systemic insecticides affect the voracity of the harlequin ladybird? **Chemosphere** 256:126986.

D'Ávila VA, Barbosa WF, Reis LC, Gallardo BSA, Torres JB, Guedes RNC (2018) Lambda-cyhalothrin exposure, mating behavior and reproductive output of pyrethroid-susceptible and resistant lady beetles (*Eriopis connexa*). **Crop Protection** 107:41–47. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.01.009>

Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM (2007) The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology** 52:52–81. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091440>

Efron B, Tibshirani RJ (1993) **An introduction to the bootstrap**. New York: Chapman & Hall. 430 p.

Fotoukiai SM, Tan Z, Xue W, Wybouw N, Van Leeuwen T (2019) Identification and characterization of new mutations in mitochondrial cytochrome b that confer resistance to bifenazate and acequinocyl in the spider mite *Tetranychus urticae*. **Pest Management Science**. 76:1154–1163. <https://doi.org/10.1002/ps.5628>

Galvan TL, Koch RL, Hutchison WD (2005) Toxicity of commonly used insecticides in sweet corn and soybean to multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal Economic Entomology** 98:780-789.

Garzón A, Medina P, Amor F, Viñuela E, Budia F (2015) Toxicity and sublethal effects of six insecticides to last instar larvae and adults of the biocontrol agents *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). **Chemosphere** 132:87-93.

Goodman D (1982) Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. **The American Naturalist** 119:803-823.

Guedes RNC, Smagghe G, Stark JD, Desneux N (2016) Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. **Annual Review of Entomology** 61:43-62.

Hamed N, Fathipour Y, Saber M (2010) Sublethal effects of fenpyroximate on life table parameters of the predatory mite *Phytoseius plumifer*. **BioControl** 55:271–278. <https://doi.org/10.1007/s10526-009-9239-4>

He F, Sun S, Tan H, Sun X, Shang D, Qin YCC, Ji S, Li X, Zhang J, Jiang X (2019) Compatibility of chlorantraniliprole with the generalist predator *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) based toxicity, life-cycle development and population parameters in laboratory microcosms. **Chemosphere** 225:182-190.

Huang YB, Chi H (2012) Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. **Insect Science** 19:263-273. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2011.01424.x>

Irigaray FJSC, Zalom FG (2006) Side Effects of Five New Acaricides on the Predator *Galendromus occidentalis* (Acari, Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology** 38:299–305. <https://doi.org/10.1007/s10493-006-0017-z>

Irigaray FJSC, Zalom FG, Thompson PB (2007) Residual toxicity of acaricides to *Galendromus occidentalis* and *Phytoseiulus persimilis* reproductive potential. **Biological Control** 40:153–159. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.10.012>

Khani A, Ahmadi F, Ghadamyari M (2012) Side effects of imidacloprid and abamectin on the mealybug destroyer, *cryptolaemus montrouzieri*. **Trakia Journal of Sciences** 10:30-35.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 20120. AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons Acesso em: 20 abr 2019.

Madadi H, Mohajeri Parizi E, Allahyari H, Enkegaard A (2011) Assessment of the biological control capability of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) using functional response experiments. **Journal of Pest Science** 84:447–455. <https://doi.org/10.1007/s10340-011-0387-9>

Michaud JP (2002) Relative toxicity of six insecticides to *Cycloneda sanguinea* and *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Entomological Science** 37:83-93. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-37.1.83>

Moscardini VF, Gontijo PC, Carvalho GA, Oliveira RL, Maia JB, Silva FF (2013) Toxicity and sublethal effects of seven insecticides to eggs of the flower bug *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). **Chemosphere** 92:490-496.

Nadimi A, Kamali K, Arbabi M, Abdoli F (2009) Selectivity of three miticides to spider mite predator, *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae) under laboratory conditions. **Scientia Agricola** 8:326–331. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60216-3](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60216-3)

Obrycki JJ, Kring TJ (1998) Predaceous Coccinellidae in biological control. **Annual Review of Entomology** 43:295-321.

Obrycki, J.J., Harwood, J.D., Kring, T.J., O'Neil, R.J., 2009. Aphidophagy by Coccinellidae: Application of biological control in agroecosystems. **Biological Control** 51:244-254.

Ono EK, Zanardi OZ, Santos KFA, Yamamoto PT (2017) Susceptibility of *Ceraeochrysa cubana* larvae and adults to six insect growth-regulator insecticides. **Chemosphere** 168:49-57.

Quesada CR, Sadof CS (2019) Residual toxicity of insecticides to *Chrysoperla rufilabris* and *Rhyzobius lophanthae* predators as biocontrol agents of pine needle scale. **Crop Protection** 130:105044.

Rezaei M, Talebi K, Naveh VH, Kavousi A (2007) Impacts of the pesticides imidacloprid, propargite, and pymetrozine on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): IOBC and life table assays. **BioControl** 52:385-398. <https://doi.org/10.1007/s10526-006-9036-2>

Rodrigues ARS, Torres JB, Siqueira HAA, Lacerda DPA (2013) Inheritance of lambda-cyhalothrin resistance in the predator lady beetle *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control** 64:217-224.

Rodrigues ARS, Siqueira HAA, Torres JB (2014) Enzymes mediating resistance to lambda-cyhalothrin in *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology** 110:36-43.

Rugno GR, Zanardi OZ, Yamamoto PT (2015) Are the pupae and eggs of the lacewing *Ceraeochrysa cubana* (Neuroptera: Chrysopidae) tolerant to insecticides? **Journal of Economic Entomology** 108:2630-2639.

Santos NR, Santos-Cividanes TM, Cividanes FJ, Anjos ACR, Oliveira LVL (2009) Biological aspects of *Harmonia axyridis* fed on two prey species and intraguild predation with *Eriopis connexa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 44:554-560. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000600002>

Santos KFA, Zanardi OZ, Morais MR, Jacob CRO, Oliveira MB, Yamamoto PT (2017) The impact of six insecticides commonly used in control of agricultural pests on the generalist predator *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). **Chemosphere** 186:218-226.

Santos L, Trindade RCP, Santos DS, Dias MS, Broglio SMF, Lemos EEP (2018) Effect of anonaceous extracts on *Aphis gossypii* (Glover, 1887) (Hemiptera: Aphididae) and selectivity to *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae). **Acta Scientiarum-Agronomy** 40:e36267.

Sarmiento RA, Pallini A, Venzon M, Souza OF, Molina-Rugama AJ, Oliveira CL (2007) Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 50:121-126. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132007000100014>

Sato ME, Silva MG, Leandra R, Souza F, Miguel F, Raga A (2002) Differential toxicity of pesticides to *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on strawberry. **Neotropical Entomology** 31:449-456.

Silva RB, Zanuncio JC, Serrão JE, Lima ER, Figueiredo MLC, Cruz I (2009) Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). **Phytoparasitica** 37:115-123. <https://doi.org/10.1007/s12600-008-0015-2>

Silva MZ, Oliveira CAL (2006) Seletividade de alguns Agrotóxicos em uso na citricultura ao ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura** 28:205-208.

Silva MZ, Oliveira CAL (2007) Toxicidade de alguns agrotóxicos recomendados na citricultura sobre *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura** 29:85-90.

Silva RB, Cruz I, Zanuncio JC, Figueiredo MLC, Zanuncio TV, Serrão JE (2013) *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs as alternative food for rearing of lady beetles *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control** 64:101-105. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.09.013>

Stark JD, Banks JE (2003) Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review of Entomology** 48:505-519.

Stark JD, Banks JE, Acheampong S (2004) Estimating susceptibility of biological control agents to pesticides: influence of life history strategies and population structure. **Biological Control** 29:392-398.

Stark JD, Vargas RI, Banks JE (2007) Incorporating ecologically relevant measures of pesticide effect for estimating the compatibility of pesticides and biocontrol agents. **Journal of Economic Entomology** 100:1027–1032.

Sterk G, Hassan AS, Baillod M, Bakker F, Bigler F, Blümel S, Bogenschütz H, Boller E. et al., 1999. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group Pesticides and Beneficial Organisms. **BioControl** 44:99-117.

Thornham DG, Blackwell A, Evans KA, Wakefield M, Walters KFA (2008) Locomotory behaviour of the seven-spotted ladybird, *Coccinella septempunctata*, in response to five commonly used insecticides. **Annals of Applied Biology** 152:349-359. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00224.x>

Van Lenteren JC (2000) A greenhouse without pesticides: fact or fantasy. **Crop Protection** 19:375-384.

Vásquez C, Pérez M, Dávila M, Mangui J, Telenchana N (2018) Biological parameters of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on strawberry cultivars in Ecuador. **Revista Chilena de Entomología** 44:271-278

Vilela M, Carvalho GA, Carvalho CF, Vilas BMA, Leite MIS (2010) Selectivity of acaricides used in coffee crops to green lacewing. **Revista Ceres** 57:621-628.

Wei P, Demaeght P, De Schutter K, Grigoraki L, Labropoulou V, Riga M, Vontas J, Nauen R, Dermauw D, Van Leeuwen T (2019) Overexpression of an alternative allele of carboxyl/choline esterase 4 (CCE04) of *Tetranychus urticae* is associated with high levels of resistance to the keto-enol acaricide spiroticlofen. **Pest Management Science**. <https://doi.org/10.1002/ps.5627>

Yokoyama, V.Y. and Pritchard, J. (1984), Effect of pesticides on mortality, fecundity, and egg viability of *Geocoris pallens* (Hemiptera: Lygaeidae). **Journal of Economic Entomology** 77:876-879.

Youn YN, Seo MJ, Shin JG, Jang C, Yu YM (2003) Toxicity of greenhouse pesticides to multicolored Asian lady beetles, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control** 28:164-170.