



**Ocorrência de insetos-praga e inimigos naturais no cultivo de alface  
*Lactuca sativa* L. (Asteraceae) em sistema de aquaponia e influência de  
dieta floral sobre *Eriopsis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae)**

**Tamara Machado da Silva**

**Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo**  
**Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**  
**Instituto Biológico**  
**Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e**  
**Ambiental no Agronegócio**

**Ocorrência de insetos-praga e inimigos naturais no cultivo de alface *Lactuca sativa* L.  
(Asteraceae) em sistema de aquaponia e influência de dieta floral sobre *Eriopis connexa*  
(Germar) (Coleoptera: Coccinellidae)**

**Tamara Machado da Silva**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

**São Paulo**  
**2023**

**Tamara Machado da Silva**

**Ocorrência de insetos-praga e inimigos naturais no cultivo de alface *Lactuca sativa* L.  
(Asteraceae) em sistema de aquaponia e influência de dieta floral sobre *Eriopis connexa*  
(Germar) (Coleoptera: Coccinellidae)**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

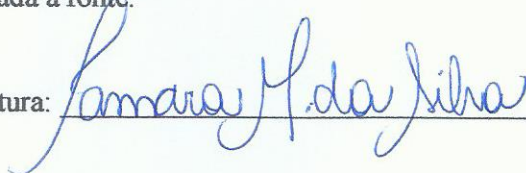
Orientadora: Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes  
Coorientador: Dr. Fernando André Salles

**São Paulo**

**2023**

Eu **Tamara Machado da Silva**, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte.

Assinatura:

 Data 26/05/23

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo**  
**Núcleo de Informação e Documentação – IB**

---

Silva, Tamara Machado da.

Ocorrência de insetos-praga e inimigos naturais no cultivo de alface *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) em sistema de aquaponia e influência de dieta floral sobre *Eriopsis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). / Tamara Machado da Silva. - São Paulo, 2023.

100 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2023D.TS03

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.  
Linha de pesquisa: Biodiversidade: caracterização e interações ecológicas, em agroecossistemas.

Orientador: Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes

Coorientador: Fernando André Salles

Versão do título para o inglês: Occurrence of insect pests and natural enemies in *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) lettuce cultivation in an aquaponics system and influence of floral diet on *Eriopsis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae).

1. Controle biológico 2. Praga agrícola 3. Sistema aquapônico 4. Segurança alimentar 5. Coccinellidae I. Silva, Tamara Machado da II. Salles, Fernando André III. Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibi./2023/03

---

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Tamara Machado da Silva

Título: Ocorrência de insetos-praga e inimigos naturais no cultivo de alface *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) em sistema de aquaponia e influência de dieta floral sobre *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae)

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovada em: 27/04/2023.

### Banca Examinadora

Profa. Dra. Terezinha Monteiro dos Santos  
Cividanes

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: APROVADA

Assinatura: 

Profa. Dra. Nilza Maria Martinelli

Instituição: UNESP/FCAV, Jaboticabal

Julgamento: APROVADA

Assinatura: 

Profa. Dra. Melissa Vieira Leite

Instituição: CESEP

Julgamento: APROVADA

Assinatura: 

*Este trabalho é dedicado à minha adorada mãe, Maria Teresa, à minha amada irmã, Taína, à minha querida sobrinha, Helena, ao meu amável namorado, Eduardo, e a todos aqueles que de alguma maneira participaram deste trabalho.*

*"Quando a morte chegar, que ela lhe encontre vivo".*

*Provérbio africano*

*"Concentre-se naquilo que você é bom. Não há nada além da estrada".*

*Helena Machado Frauches*

*"Eu sei que tudo isso serão apenas histórias algum dia. E nossas fotos se tornarão velhas fotografias. E todos nós nos tornaremos mãe ou pai de alguém. Mas agora, exatamente agora, esses momentos não são histórias. Está acontecendo. Eu posso ver. E nesse momento, eu juro, nós somos infinitos."*

*As vantagens de ser invisível*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Ao Instituto Biológico, ao Programa de Pós-graduação, e aos professores pela oportunidade de ter sido discente nesta Instituição de pesquisa qualificada e reconhecida nacionalmente, que tem grande importância para o desenvolvimento da sanidade, saúde e segurança alimentar na agricultura do país.

A Dra. Melissa Vieira Leite, Dra. Giselle Prado Brigante e Dr. Kleso Silva Franco Júnior do Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado – CESEP, gostaria de agradecer sinceramente pelo incrível apoio que me deram para ingressar no meu mestrado. Seus conselhos foram fundamentais para me motivar e me ajudar a concretizar meus sonhos. Obrigado por tudo!

Ao Dr. César Elias Botelho e ao Gilmar José Cereda da EPAMIG. Seus conselhos sábios e orientações valiosas foram fundamentais para me motivar e ajudar a realizar meu sonho de prosseguir com minha formação acadêmica. Sinto-me profundamente grata por tudo o que fizeram por mim.

A Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes, minha orientadora, pelo apoio incansável, pelo carinho, pelo grande profissionalismo e dedicação demonstrados durante todo o processo. É com muita gratidão que agradeço seu tempo, experiência e ensinamentos.

Ao meu coorientador, Dr. Fernando André Salles, pela sua dedicação e apoio durante esse período. Foi um privilégio ter a oportunidade de aprender com alguém tão experiente.

Aos membros do Instituto Biológico de Ribeirão Preto -SP, Deolinda Barbosa dos Santos Bernardes, Fernando Noel Menegon, Dr. Nelson Wanderley Perioto, Dra. Rogéria Inês Rosa Lara, Dr. José Carlos Carvalho e Dr. Francisco Jorge Cividanes (Pesquisador Voluntário Colaborador), pela ajuda com materiais, convivência, respeito, acolhimento e colaboração.



Aos colegas, com quem tive o prazer de trabalhar no laboratório, Leonardo Araújo, Flávia Ribeiro, Lucas Mota Montabone de Oliveira, Nalanda Alves Pantoni que tanto colaboraram para realização do meu projeto e aos meus colegas de classe Dieudilait Metellus e Jeremias Marques, por me trazerem experiências e conhecimentos preciosos. Obrigado por estarem sempre dispostos a ajudar e por compartilhar suas ideias.

Aos membros do Instituto de Zootecnia/APTA– Núcleo Regional de Pesquisa de Ribeirão Preto, Sandra Aparecida Silva Lima, Luci Mara Vanni Vieira, Josiane Veloso Bello, Priscila Cortes Domingues dos Santos, Dra. Flávia Fernanda Simili, Dra. Márcia Saladini Vieira Salles, Dr. Acyr Wanderley de Paula Freitas, Dr. Geraldo Balieiro Neto, Claudenir Mataruco, José Júlio Esteca, pela convivência, respeito, acolhimento e colaboração.

Aos colaboradores da Escola Estadual Bairro Francisco Castilho da cidade de Cravinhos, SP, pelo apoio e colaboração durante a realização do projeto no sistema aquapônico.

Aos colegas, Prof. Dr. Élisson Fabrício, B. Lima da Universidade Federal do Piauí – UFPI e Dra. Suzan Cunha do Dep. Ecologia e Biologia Evolutiva (DEBE - UFSCar), pela ajuda com a identificação taxonômica das espécies de insetos.

A Prof<sup>a</sup>. Dra Cláudia Barbieri F. Mendonça do Museu Nacional - Horto Botânico RJ, pela colaboração com a identificação e análise de grãos de pólen nas amostras.

A Prof<sup>a</sup>. Dra. Amanda Liz Pacífico Manfrim Peticarrari da Universidade Estadual Paulista – UNESP, pelo apoio na realização das análises estatísticas dos dados.

Aos membros da banca de qualificação Dr. Alexander Machado Auad e Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira por todas as considerações e sugestões que enriqueceram o trabalho. E aos membros da banca de defesa, Dra. Melissa Vieira Leite e à Dra. Nilza Maria Martinelli, por dedicarem seu tempo e conhecimento para avaliar e fornecer feedback sobre o trabalho apresentado. Suas considerações e sugestões foram inestimáveis e contribuíram significativamente para enriquecer e aprimorar o trabalho.

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

## RESUMO GERAL

SILVA, Tamara Machado Da. Ocorrência de insetos-praga e inimigos naturais no cultivo de alface *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) em sistema de aquaponia e influência de dieta floral sobre *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). São Paulo-SP, 2023. 100f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio), Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2023.

A produção agrícola intensiva ameaça a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar devido ao uso excessivo de recursos hídricos, fertilizantes sintéticos e agrotóxicos. A aquaponia é uma solução promissora para esse desafio. Embora a produção mundial de alimentos em sistema de aquaponia tenha evoluído nos últimos anos, são escassas as informações sobre incidência de pragas e medidas de controle aplicadas nesse sistema de cultivo. Uma estratégia promissora é o controle biológico conservativo, que aumenta a densidade e diversidade de inimigos naturais das pragas. Neste estudo avaliou-se a ocorrência e flutuação populacional de insetos-praga e inimigos naturais na cultura da alface conduzida em sistema aquapônico e determinou-se as espécies predominantes e a correlação desses organismos com fatores meteorológicos. Avaliou-se alguns aspectos biológicos da joaninha *Eriopis connexa* (Germar, 1824) suprida com dieta floral. Durante o período de fevereiro de 2021 a setembro de 2021 foram realizadas 27 amostragens em plantas de alface. As espécies predominantes foram determinadas por meio de análise faunística utilizando-se o software ANAFU e foi realizada a análise de correlação Pearson entre os insetos-praga e fatores meteorológicos empregando-se o programa IBM SPSS Statistics. O cultivo de alface *Lactuca sativa* (Linnaeus, 1753) em sistema aquapônico foi associado à criação do peixe lambari [*Astianax altiparanae* (Garutti & Britski, 2000)]. A longevidade e fecundidade de *E. connexa* foram realizadas com base na alimentação de diferentes dietas de flores como a flor-de-mel (*Lobularia maritima* Linnaeus, 1753), trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench, 1794), manjerição (*Ocimum basilicum* Linnaeus, 1753), losna-branca (*Parthenium hysterophorus* Linnaeus, 1753) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* Linnaeus, 1753). As médias foram comparadas usando o teste Kruskal-Wallis, realizado no software estatístico IBM SPSS Statistics e foram geradas curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier. Doze espécies de insetos-praga e cinco espécies inimigos naturais ocorrem em plantas de alface em sistema aquapônico; *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910), e *Caliothrips phaseoli* (Hood, 1912) destacam-se como espécies predominantes; *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763), *Eriopis connexa* e *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville, 1842) são as espécies de joaninhas predadoras de ocorrência em plantas de alface

em cultivo em sistema aquapônico; *Franklinothrips vespiformis* (Crawford, 1909) e *Stomatothrips angustipennis* (Hood JD, 1949) são as espécies de tripes predadores de ocorrência neste estudo. O pico populacional de *F. schultzei* e *C. phaseoli* ocorre no período de menor precipitação pluvial, julho e setembro. A longevidade de *E. connexa* quando provida com dietas contendo flor de manjeriço, nabo-forrageiro, trigo-mourisco ou flor-de-mel é prolongada quando comparada ao controle, mas sua longevidade não aumenta ao ser alimentada com flor de losna-branca. *E. connexa* não apresenta fecundidade quando suprida com as dietas floríferas.

**Palavras-chave:** controle-biológico; praga-agrícola; sistema aquapônico; segurança alimentar; Coccinellidae.

## GENERAL ABSTRACT

SILVA, Tamara Machado Da. Occurrence of insect pests and natural enemies in *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) lettuce cultivation in an aquaponics system and influence of floral diet on *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). São Paulo–SP, 2023. 100f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio), Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2023.

Intensive agricultural production threatens environmental sustainability and food security due to the overuse of water resources, synthetic fertilizers, and pesticides. Aquaponics is a promising solution to this challenge. Although the world production of food in the aquaponics system has evolved in recent years, there is little information on the incidence of pests and control measures applied in this cultivation system. One promising strategy is conservative biological control, which increases the abundance and diversity of natural enemies of pests. This study evaluated the occurrence and population fluctuation of insect pests and natural enemies in lettuce grown in an aquaponic system and determined the predominant species and the correlation of these organisms with meteorological factors. Some biological aspects of the ladybug *Eriopis connexa* (Germar, 1824) fed on floral components were also evaluated. A total of 27 sampling dates were carried out on lettuce plants, from February to September 2021. The predominant species were determined by faunistic analysis using the ANAFU software. The Pearson correlation analysis between insect pests and meteorological factors was performed using the IBM SPSS Statistics program. The cultivation of lettuce *Lactuca sativa* (Linnaeus, 1753) in an aquaponic system was associated with the lambari [*Astianax altiparanae* (Garutti & Britski, 2000)] farming. The longevity and fecundity of *E. connexa* were evaluated using diets from flowers of sweet alyssum (*Lobularia maritima* Linnaeus, 1753), buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench, 1794), common basil (*Ocimum basilicum* Linnaeus, 1753), wild wormwood (*Parthenium hysterophorus* Linnaeus, 1753) and the radishes (*Raphanus sativus* Linnaeus, 1753). These biological parameters were compared using the Kaplan-Meier survival curves and the Kruskal-Wallis test, performed in the IBM SPSS Statistics statistical software. Twelve species of insect pests and five species of natural enemies occur in lettuce in the aquaponic system; *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910), and *Caliothrips phaseoli* (Hood, 1912) stand out as the predominant species. In addition, the ladybugs *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763), *Eriopis connexa*, and *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville, 1842), and the thrips *Franklinothrips vespiformis* (Crawford, 1909) and *Stomatothrips angustipennis* (Hood JD, 1949) are the predatory species occurring in the lettuce plants. The peak population

of *F. schultzei* and *C. phaseoli* occurs in the period of lowest rainfall, i.e., July and September. The longevity of *E. connexa*, when provided with diets containing common basil, radishes, buckwheat, or sweet alyssum is prolonged when compared to the control, but its longevity does not increase when fed wild wormwood. *Eriops connexa* does not lay eggs when fed on flowering diets.

**Key words:** biological-conservative; agricultural pest; aquaponic system; food security; Coccinellidae.

## INTRODUÇÃO GERAL

O estabelecimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU para 2030 é uma iniciativa global com o propósito de erradicar a pobreza e proteger o meio ambiente e o clima (ONU, 2015; ABUSIN & MANDIKIANA, 2020). Esses objetivos estão interconectados e visam enfrentar os principais desafios de desenvolvimento enfrentados em todo o mundo, incluindo a garantia de alimentação segura da população.

Para abordar esses desafios, são recomendáveis tecnologias inovadoras de produção de alimentos, como a aquaponia, que combina aquicultura (criação de peixes) e hidroponia (cultivo de plantas sem solo). A técnica apresenta alta eficiência no uso da água, com destaque para a não utilização de agrotóxicos, o que a caracteriza como sustentável (YANES *et al.*, 2020).

As plantas recomendadas para utilização no sistema aquapônico são principalmente espécies vegetais cultivadas em sistema hidropônico (alface, manjeriço, tomate, morango) em razão da facilidade dessas plantas adaptarem-se fora do solo, ou seja, com suas raízes imersas em solução nutritiva (RAKOCY, 2006).

Porém, independentemente do tipo de cultivo de espécies hortícolas, a incidência de artrópodes-praga constitui um dos principais problemas enfrentados pelos olericultores. Essa problemática é agravada pela escassez de ingredientes ativos registrados para o controle de pragas em frutas e hortaliças, conhecidas como "Cultura de Suporte Fitossanitário Insuficiente" (CSFI) (Brasil, 2014) ou "Minor Crops". Devido à falta de priorização por parte das empresas multinacionais que direcionam seus esforços a culturas mais rentáveis, os olericultores têm buscado soluções alternativas para o controle de pragas, como o uso de práticas culturais e métodos de controle biológico.

Oliveira *et al.* (2014) ressaltam que os insetos-praga são responsáveis por uma média anual de redução de 7,7% na produção agrícola brasileira, resultando em perda de aproximadamente 3,7 milhões de toneladas de frutas, 0,5 milhões de toneladas de hortaliças e 95 mil toneladas de borracha natural. Essa redução acarreta um prejuízo econômico anual estimado em US\$ 2,1 bilhões.

Dentre as espécies de artrópodes-praga encontradas em cultivos hidropônicos e convencionais, os insetos mastigadores, como a lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea* Boddie, 1850) e a vaquinha-verde (*Diabrotica speciosa* German, 1824), bem como os insetos sugadores, como o pulgão, são destacados por causarem danos através da alimentação e também por atuarem como vetores de fitovíruses. Além disso, a mosca-branca (*Bemisia tabaci* Gennadius, 1889) e os tripses também são considerados importantes artrópodes-praga em cultivos de alface

(AUAD *et al.*, 2000a; IMENES *et al.*, 2000; COLARICCIO & CHAVES, 2017; MOURA *et al.*, 2020).

No entanto, não há estudos brasileiros que relacionam os aspectos fitossanitários como incidência de pragas e inimigos naturais no cultivo de alface (*L. sativa*), em sistema aquapônico. Nesse sentido, é importante ressaltar que no cultivo de plantas em sistemas aquapônicos para o controle de insetos-praga e fitopatógenos não devem ser utilizados agrotóxicos, pois estes são tóxicos aos peixes mantidos no sistema. Devido a essa restrição, para o controle de pragas é recomendável o método biológico por meio da ação de predadores, parasitoides e entomopatógenos (RAKOCY, 2012).

Assim sendo, existem três tipos de controle biológico que podem auxiliar no controle dos insetos-praga: o natural, o clássico e o aplicado (PARRA *et al.*, 2002; RODRIGUEZ *et al.*, 2015). Esses controles baseiam-se na introdução, conservação ou multiplicação de inimigos naturais em um agroecossistema.

O controle biológico conservativo estabelece práticas e estratégias para melhorar o estabelecimento e proliferação de organismos benéficos representativos do local, limitando o uso de práticas que os desfavoreçam e implementando estratégias que favoreçam a ocorrência dos mesmos. Ou seja, o controle conservativo consiste na utilização de plantas atrativas aos inimigos naturais entre as culturas agrícolas, alocadas de forma aleatória nas áreas de cultivo ou em suas proximidades. Esse método visa aumentar a densidade e a diversidade de inimigos naturais das pragas, otimizando assim o controle biológico natural. Tal estratégia tem sido amplamente preconizada como uma forma sustentável e eficaz de manejo integrado de pragas na agricultura (AGUIAR–MENEZES, 2011).

Porém, não basta que o agroecossistema seja apenas diversificado, nesse ambiente é necessário que a diversidade biológica seja funcional, para o sucesso de um programa de controle biológico (conservativo) de artrópodes-praga. Assim, torna-se fundamental o reconhecimento das espécies-pragas associadas à cultura bem como de seus agentes naturais de controle, além do uso de espécies vegetais (consorciadas com a cultura principal) adequadas para o local e que suporte a comunidade de insetos-praga e de inimigos naturais (SUJII *et al.*, 2010).

"Suportar a comunidade de inimigos naturais" significa fornecer condições favoráveis para que os predadores e parasitoides naturais das pragas possam se estabelecer e se multiplicar na área de cultivo agrícola. Isso é importante porque, ao aumentar a diversidade de insetos no ambiente, os inimigos naturais das pragas podem ajudar a controlar a população das espécies-praga, reduzindo assim o impacto negativo sobre a produtividade da cultura. Portanto, o uso de

espécies vegetais que são hospedeiras desses insetos benéficos pode contribuir para um controle mais efetivo das pragas de forma natural e sustentável.

A primeira fase (Capítulo 1) do estudo em questão teve como objetivo avaliar a ocorrência e flutuação populacional de insetos-praga e inimigos naturais na cultura da alface em sistema aquapônico, bem como determinar as espécies predominantes desses insetos e a correlação dos mesmos com os fatores meteorológicos. As joaninhas são conhecidas como inimigos naturais eficazes no controle de pragas de culturas agrícolas, incluindo as pragas de alface cultivadas em sistema aquapônico. No entanto, para que as joaninhas possam ser efetivas no controle de pragas, é necessário que elas sejam capazes de sobreviver e se reproduzir adequadamente em períodos de escassez de presa. Na segunda fase (Capítulo 2) do presente estudo determinou-se a longevidade e fecundidade de *Eriopsis connexa* (Germar, 1824), alimentada com dieta floral em condições de laboratório.

O presente estudo apresenta resultados com potencial para proporcionar o desenvolvimento de estratégias sustentáveis e eficientes de controle de pragas em sistemas de cultivo. Ele destaca a importância do controle biológico conservativo e a necessidade de considerar fatores ambientais para combater pragas, com foco na aquaponia. Os resultados podem ser aplicados a outros sistemas agrícolas e são importantes para implementar estratégias de controle biológico conservativo em sistemas aquapônicos, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Sistema básico de aquaponia. Fonte: FAO (2014).....	11
<b>Figura 2.</b> Equipamento Aquapônico do Programa Ciência na Escola “Utilização da Aquaponia como Instrumento Didático”, Escola Estadual Bairro Francisco Castilho, Cravinhos, SP, Brasil. ....	18
<b>Figura 3.</b> Amostragem de insetos (A) Planta de alface examinada visualmente; (B) Aspirador Entomológico. Fonte: SILVA, (2022). ....	20
<b>Figura 4.</b> Flutuação populacional de tripses das espécies <i>Caliothrips phaseoli</i> e <i>Frankliniella schultzei</i> coletados em alface em sistema aquapônico de fevereiro a setembro de 2021, Cravinhos, SP. ....	31
<b>Figura 5.</b> (A) Ovos de <i>E. connexa</i> em folhas de papel sulfite; (B) Adulto de <i>E. connexa</i> caminhando sobre folha de trigo-mourisco ( <i>F. esculentum</i> ). Fonte: SILVA (2022).....	58
<b>Figura 6.</b> Laboratório de Entomologia e Controle Biológico (LECB), do Instituto Biológico, Ribeirão Preto SP. Fonte: SILVA (2022).....	59
<b>Figura 7.</b> (A) Inflorescência de manjeriço; (B) Inflorescência de flor-de-mel;(C) Inflorescência de trigo-mourisco; (D) Inflorescência de nabo-forrageiro; (E) Inflorescência de losna-branca. Fonte: SILVA (2022). ....	61
<b>Figura 8.</b> (A) Gaiola de criação; (B) <i>Eriopsis connexa</i> na inflorescência de Nabo-forrageiro ( <i>Raphanus sativus</i> L.). Fonte: SILVA (2022). ....	63
<b>Figura 9.</b> Curvas de sobrevivência pelo método de Kaplan-Meier para <i>E. connexa</i> alimentada com diferentes dietas floríferas.....	65
<b>Figura 10.</b> Diagrama de caixa representando a perda de massa corporal (%) de <i>Eriopsis connexa</i> em diferentes dietas floríferas.....	70

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Parâmetros limnológicos do sistema aquapônico de fevereiro a setembro de 2021, Cravinhos, SP. ....	20
<b>Tabela 2.</b> Análise faunística de insetos-praga coletados em plantas de alface em sistema aquapônico de fevereiro a setembro de 2021 e suas respectivas classes de dominância (D), frequência (F), constância (C) e abundância (A), Cravinhos, SP. ....	22
<b>Tabela 3.</b> Análise faunística de insetos predadores coletados em plantas de alface em sistema aquapônico de fevereiro a setembro de 2021 e suas respectivas classes de dominância (D), frequência (F), constância (C) e abundância (A), Cravinhos, SP. ....	27
<b>Tabela 4.</b> Coeficientes de correlação (r) entre o número de indivíduos de tripes e fatores abióticos em alface em sistema aquapônico. ....	30
<b>Tabela 5.</b> Longevidade mediana ( $\pm$ desvio padrão) de <i>E. connexa</i> alimentada com dieta de plantas floríferas. ....	66
<b>Tabela 6.</b> Perda de massa corporal mediana (%) o ( $\pm$ desvio padrão) de adultos de <i>E. connexa</i> alimentadas diariamente com inflorescência. ....	70

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	v
GENERAL ABSTRACT .....	vii
INTRODUÇÃO GERAL .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xii
LISTA DE TABELAS .....	iv
CAPÍTULO 1 – OCORRÊNCIA E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE INSETOS- PRAGA E INIMIGOS NATURAIS EM CULTIVO DE ALFACE <i>Lactuca sativa L.</i> (Asteraceae) EM SISTEMA AQUAPÔNICO. ....	5
RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
1. INTRODUÇÃO .....	7
1.1 OBJETIVO .....	10
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	11
1.2.1 A aquaponia e princípios de aplicação .....	11
1.2.2 Produção de vegetais e peixes em sistema aquapônico.....	13
1.2.3 Principais insetos-praga na cultura da alface.....	14
1.2.3.1 Pulgão e seus inimigos naturais .....	15
1.2.3.2 Tripes e seus inimigos naturais .....	16
1.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
1.3.1 Local de estudo .....	17
1.3.1.1 Sistema aquapônico.....	18
1.3.2 Amostragem de insetos-praga e inimigos naturais.....	20
1.3.3 Ocorrência e flutuação populacional de insetos-praga e inimigos naturais.....	21
1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
1.4.1 Ocorrência de insetos-praga.....	22
1.4.1.1 Tripes.....	23
1.4.1.2 Pulgões.....	24
1.4.2 Ocorrência de inimigos naturais .....	26
1.4.2.1 Tripes predadores .....	27
1.4.2.2 Coccinellidae.....	28
1.4.3 Flutuação populacional de insetos e influência de fatores meteorológicos.....	29
1.5 CONCLUSÕES .....	32
1.6 REFERÊNCIAS.....	34
CAPÍTULO 2 - LONGEVIDADE E REPRODUÇÃO DE <i>Eriopsis connexa</i> (Germar, 1824) SOB DIETAS À BASE DE ESTRUTURAS FLORAIS.....	46
RESUMO .....	46

ABSTRACT .....	47
2. INTRODUÇÃO .....	48
2.1 OBJETIVOS .....	50
2.1.1 Objetivo geral.....	50
2.1.2 Objetivos específicos.....	50
2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	51
2.2.1 Cultivo de plantas floríferas como tática de conservação de Coccinellidae.....	51
2.2.2 Influência de diferentes recursos florais sobre a longevidade e fecundidade de Coccinellidae .....	54
2.2.3 <i>Eriopis connexa</i> (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) .....	57
2.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	59
2.3.1 Local de estudo .....	59
2.3.2 Criação de <i>Eriopis connexa</i> .....	59
2.3.3 Cultivo das espécies vegetais floríferas.....	60
2.3.4 Longevidade de <i>Eriopis connexa</i> sobre plantas floríferas.....	63
2.3.5 Fecundidade de <i>Eriopis connexa</i> sobre plantas floríferas .....	64
2.3.6 Análise estatística e delineamento .....	65
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
2.4.1 Determinação do efeito da suplementação de flores na dieta de <i>Eriopis connexa</i> .....	65
2.4.1.1 Longevidade de <i>Eriopis connexa</i> submetida a dieta a base de flores. ....	65
2.4.1.2 Ovoposição de <i>Eriopis connexa</i> submetida a dieta a base de flores.....	69
2.4.1.3 Massa corporal de <i>Eriopis connexa</i> submetida a dieta a base de flores.....	70
2.5 CONCLUSÕES .....	71
2.6 REFERÊNCIAS.....	73
ANEXOS.....	81

## **CAPÍTULO 1 – OCORRÊNCIA E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE INSETOS-PRAGA E INIMIGOS NATURAIS EM CULTIVO DE ALFACE *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) EM SISTEMA AQUAPÔNICO.**

### **RESUMO**

A aquaponia é uma tecnologia de cultivo simultâneo de plantas em hidroponia integrado à cultura de peixes e fundamenta-se nos princípios da reciclagem de água. Durante o ciclo de desenvolvimento dos vegetais não são aplicados pesticidas químicos, caracterizando-se como um sistema sustentável de produção de alimentos. A alface, também conhecida como *Lactuca sativa* (Linnaeus, 1753) é uma hortaliça folhosa muito valorizada no mercado, especialmente por sua alta demanda. Além disso, a alface apresenta grande potencial para desenvolvimento em sistemas aquapônicos. No entanto, no Brasil não existem estudos sobre os aspectos fitossanitários relacionados à incidência de pragas e inimigos naturais no cultivo de alface em sistema aquapônico. O trabalho teve como objetivos avaliar a ocorrência e flutuação populacional de insetos-praga e inimigos naturais na cultura da alface em sistema de aquaponia, bem como determinar as espécies predominantes desses insetos e a correlação desses organismos com os fatores meteorológicos. Durante o período de fevereiro de 2021 a setembro de 2021 foram realizadas 27 amostragens em plantas de alface. As espécies predominantes foram determinadas por meio de análise faunística utilizando-se o software ANAFU e foi realizada a análise de correlação Pearson entre os insetos-praga e fatores meteorológicos empregando-se o programa IBM SPSS Statistics. Concluiu-se que doze espécies de insetos-praga e cinco espécies inimigos naturais ocorrem em plantas de alface em sistema aquapônico; *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910) e *Caliothrips phaseoli* (Hood, 1912) destacam-se como espécies predominantes; *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763), *Eriopis connexa* (Germar, 1824) e *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville, 1842) são as espécies de joaninhas predadoras de ocorrência em plantas de alface em cultivo em sistema aquapônico; *Franklinothrips vespiformis* (Crawford, 1909) e *Stomatothrips angustipennis* (Hood JD, 1949) são as espécies de trips predadores de ocorrência neste estudo. O pico populacional de *F. schultzei* e *C. phaseoli* ocorre no período de menor precipitação pluvial, julho e setembro.

**Palavras-chave:** aquaponia, hortaliça, controle biológico, predador, presa, joaninha.

## ABSTRACT

Aquaponics is a technology of simultaneous cultivation of plants in hydroponics integrated with a fish culture based on the principles of water recycling. In this system, during the development of plants, no chemical pesticides are applied, characterizing it as a sustainable system of food production. Lettuce, *Lactuca sativa* (Linnaeus, 1753), is a leafy vegetable highly valued in the market, especially for its high demand. In addition, lettuce has great potential for development in aquaponic systems. However, in Brazil, there are no studies on the phytosanitary aspects related to pests and natural enemies associated with lettuce cultivation in an aquaponic system. This work aimed to evaluate the occurrence and population fluctuation of insect pests and natural enemies in lettuce in aquaponics systems, as well as to determine the predominant species and the correlation of these insects with meteorological factors. During the period from February to September 2021, 27 sampling dates were carried out on the lettuce plants. The predominant species were determined using the ANAFAU software; the Pearson correlation analysis between insect pests and meteorological factors was performed using the IBM SPSS Statistics program. A total of twelve species of insect pests and five species of natural enemies occurs in lettuce plants in the aquaponic system. *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910) and *Caliothrips phaseoli* (Hood, 1912) stand out as the predominant species. The ladybugs *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763), *Eriopis connexa* (Germar, 1824), and *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville, 1842), and the thrips *Franklinothrips vespiformis* (Crawford, 1909) and *Stomatothrips angustipennis* (Hood JD, 1949) are the predatory species found in this study. The peak population of *F. schultzei* and *C. phaseoli* occurs in the period of lowest rainfall, July and September.

**Keywords:** aquaponics, vegetables, biological control, predator, prey, ladybug.

## 1. INTRODUÇÃO

Um exemplo promissor de tecnologia de produção de alimentos de qualidade e com potencial contribuição para a sustentabilidade é a aquaponia. Essa tecnologia consiste no cultivo de plantas em hidroponia (sem solo) integrado à cultura de peixes (aquacultura), fundamentando-se nos princípios da reciclagem de água e nutrientes.

Na aquaponia, a maioria dos nutrientes necessários para o crescimento das plantas é proveniente das excreções dos peixes e durante o ciclo de desenvolvimento dessas plantas não são aplicados pesticidas químicos. Devido a essas características, a aquaponia tem alcançado popularidade como alternativa de produção simultânea e sustentável de peixe e vegetais durante todo o ano e tem sido utilizada em mais de 40 países, incluindo o Brasil (TYSON *et al.*, 2011; RAKOCY, 2012; FAO, 2014; LOVE *et al.*, 2014; PANIGRAHI *et al.*, 2016; WONGKIEW *et al.*, 2017; KÖNIG *et al.*, 2018; PALM *et al.*, 2018; GODDEK *et al.*, 2019).

No país, as primeiras informações técnicas sobre aquaponia foram lançadas no final dos anos 90 e início de 2000, com enfoque em sistemas aquapônicos de pequena escala, para uso doméstico (EMERENCIANO, 2018). O autor ressaltou que durante a última década, em razão do crescente interesse público, essa tecnologia de produção de alimentos despertou atenção de universidades e instituições de pesquisas brasileiras.

Ademais, o sistema aquapônico tem sido empregado como ferramenta de educação ambiental para alunos de ensino médio e professores em escolas públicas brasileiras (MILANI, 2017; SOUZA *et al.*, 2019). Por outro lado, no país pesquisas na área de ciências agrárias têm relacionado estudos sobre substratos para produção de alface, *L. sativa* associada à criação do peixe *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), a tilápia do Nilo (GEISENHOFF *et al.*, 2016; LENZ *et al.*, 2017; PINHO *et al.*, 2017; JORDAN *et al.*, 2018) e cultivo dessa hortaliça integrada à criação de *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824), conhecido como peixe jundiá (ROCHA *et al.*, 2017).

Recentemente têm avaliado a viabilidade econômica, estratégias de produção, desempenho agrônomico e qualidade da água em sistemas aquapônicos (MARTINELLI *et al.*, 2019; VIEIRA *et al.*, 2020; CARVALHO-MENDES *et al.*, 2021). No entanto, não há estudos brasileiros relacionando aspectos fitossanitários como incidência de pragas e inimigos naturais, no cultivo de alface em sistema aquapônico. No Brasil, essa folhosa é cultivada em campo aberto, em ambiente protegido e/ou em sistema de hidroponia (SEDIYAMA *et al.*, 2007; COLARICCIO & CHAVES, 2017).

É sabido que independentemente do tipo de cultivo, a incidência de artrópodes-praga é

um dos principais desafios enfrentados pelos olericultores. Entre as espécies de artrópodes-praga encontradas em cultivos hidropônicos e cultivos convencionais, são destacados os insetos mastigadores, tais como a lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea* Boddie, 1850) e a vaquinha-verde (*Diabrotica speciosa* German, 1824), assim como os insetos de hábito sugador, como o pulgão, que além de causarem danos por meio da alimentação, podem atuar como vetores de fitovírus. Adicionalmente, a mosca-branca (*Bemisia tabaci* Gennadius, 1889) e os tripes também são mencionados como importantes artrópodes-praga em cultivos agrícolas de alface (AUAD *et al.*, 2000a; IMENES *et al.*, 2000; COLARICCIO & CHAVES, 2017; MOURA *et al.*, 2020).

Oliveira *et al.* (2014) destacaram que os insetos-praga acarretam uma redução média anual de 7,7% na produção agrícola brasileira. Essa redução provoca a perda de cerca de 3,7 milhões de toneladas de frutas, 0,5 milhões de toneladas de hortaliças e 95 mil toneladas de borracha natural. O prejuízo econômico anual decorrente dessas perdas é estimado em US\$ 2,1 bilhões.

De acordo com Barrière *et al.* (2014), para o controle de pragas na cultura da alface é comum a aplicação frequente de agrotóxicos e até de forma preventiva, pela característica visual dessa folhosa ser relevante no mercado, fato esse considerado como justificativa para o uso de pesticidas. Por outro lado, há constante preocupação pelos órgãos governamentais sobre os níveis residuais de agrotóxicos no produto vegetal comercializado. Os consumidores, por sua vez, estão conscientes do problema toxicológico e buscam por produtos saudáveis, com garantia de segurança alimentar, comportamento mundial que impulsiona a produção orgânica de alimentos, principalmente de hortaliças (GARCIA FILHO *et al.*, 2017; CASA DO PRODUTOR RURAL, 2018).

Nesse contexto, a aquaponia constitui uma técnica de produção sustentável de alimentos, livre de resíduos tóxicos, características que agregam valor ao produto e apresenta potencial como sistema de cultivo em pequena escala, caracterizando-se como atividade para pequenos produtores e para agricultura familiar (FAO, 2014; BIAZZETTI-FILHO, 2018). Destaca-se que a produção de hortaliças no Brasil apresenta predominância de mão-de-obra familiar (GARCIA FILHO *et al.*, 2017). Assim, o cultivo da alface em aquaponia poderá ser implementado como fonte inovadora de renda para a agricultura familiar. De acordo com Emerenciano (2018), a aquaponia deverá crescer e se profissionalizar cada vez mais no Brasil, tornando fundamental a geração de informações técnicas sobre essa tecnologia.

No cultivo de plantas em sistemas aquapônicos para o controle de insetos-praga e fitopatógenos não devem ser utilizados agrotóxicos, uma vez que são tóxicos aos peixes. Devido a essa restrição, para o controle de pragas é recomendável o método biológico por meio



da ação de predadores, parasitoides e entomopatógenos (RAKOCY, 2012).

O controle biológico constitui uma tecnologia chave na agricultura orgânica e nos sistemas de produção convencional de alimentos que se empregam o manejo integrado de pragas (BAKER *et al.*, 2020). Para o sucesso de um programa de controle biológico de artrópodes-praga, é fundamental o reconhecimento das espécies associadas à cultura bem como de seus agentes naturais de controle. Assim, o entendimento sobre a relação entre os níveis tróficos, planta, inseto-praga e inimigo natural no sistema aquapônico é de extrema importância.

## **1.1 OBJETIVO**

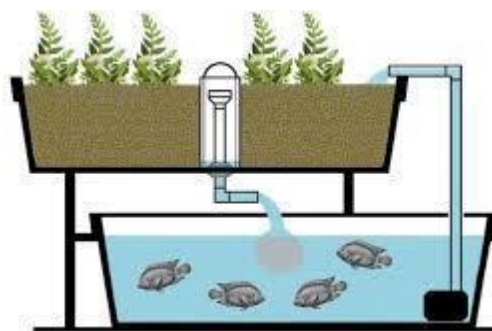
Avaliar a ocorrência de insetos-praga e inimigos naturais na produção de alface em sistema de aquaponia, bem como determinar as espécies predominantes, avaliar a flutuação populacional e analisar a correlação entre esses organismos e fatores meteorológicos.

## 1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.2.1 A aquaponia e princípios de aplicação

Em resposta aos desafios ambientais, sociais e econômicos são de relevância tecnologias inovadoras para produção de alimentos. A aquaponia constitui técnica dinâmica que combina piscicultura e cultivo hidropônico de plantas. Neste sistema, os peixes excretam resíduos nitrogenados que são nutrientes para as plantas que os absorvem e purificam a água o que incrementa a qualidade desta, beneficiando o peixe. Esta técnica de produção simultânea de vegetais e peixes vem ganhando popularidade e atenção como um método sustentável de produção de alimentos (LOVE *et al.*, 2014, PANIGRAHI *et al.*, 2016; JUNGE *et al.*, 2017; ABUSIN & MANDIKIANA, 2020).

No sistema aquapônico, os peixes são mantidos em tanques e as plantas são cultivadas hidroponicamente, isto é, sem solo. Pode ser empregado um substrato inerte para sustentação das plantas, como o cascalho, a brita ou mesmo a argila expandida. Em alguns sistemas, as plantas são produzidas em NFT (*Nutrient Film Technique*), que consiste em calhas plásticas levemente inclinadas onde há uma pequena vazão de água com nutrientes que irriga as raízes. Uma terceira possibilidade para o cultivo das plantas é o uso do sistema de “jangadas” (*floating*), onde as plantas ficam apoiadas sobre uma placa de poliestireno e suas raízes pendem na água. Além desses componentes é necessário filtro mecânico, biofiltro, e uma bomba usada para circular a água pelas várias unidades. A água percorre o sistema, onde os nutrientes são absorvidos pelas plantas e depois retorna aos tanques de peixes (Figura 1) (RAKOCY, 2012; WAHOME *et al.*, 2015; SUJATHA, 2022).



**Figura 1.** Sistema básico de aquaponia. Fonte: FAO (2014).

Neste sistema de cultivo, há a coexistência de plantas e peixes, bem como de uma comunidade biológica diversa composta por bactérias, fungos e protozoários, responsáveis por diversas funções ecológicas, incluindo a nitrificação da amônia e nitrito produzidos pelos

peixes. A ação das bactérias nitrificadoras transforma esses compostos nitrogenados em nitrato, que é um nutriente facilmente absorvido pelas raízes das plantas e, portanto, fornece nutrientes para o seu crescimento. (PETREA *et al.*, 2013; MEDINA *et al.*, 2016; ZOU *et al.*, 2016; DELAIDE *et al.*, 2017; WONGKIEW *et al.*, 2017; KÖNIG *et al.*, 2018; KASOZI *et al.*, 2021). Os peixes excretam nitrogênio na forma de amônia e as bactérias convertem a amônia em nitrito e posteriormente em nitrato. A amônia e o nitrito são tóxicos para os peixes, no entanto, o nitrato é pouco tóxico nas concentrações normalmente encontradas na aquaponia e consiste na forma preferida de nitrogênio disponível para o crescimento e frutificação das plantas (RAKOCY, 2012).

A presença dos treze nutrientes principais (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, zinco, cobre, molibdênio, boro e cloro) é essencial para o crescimento normal das plantas (UCHIDA, 2000). Em sistemas de aquaponia, os peixes têm a capacidade de produzir dez desses nutrientes em quantidades adequadas. No entanto, pode ser necessária a suplementação do sistema com cálcio, potássio e ferro, conforme observado por Rakocy (2012).

Esse tipo de produção vegetal tende a ser orgânico, pois o uso de pesticidas químicos para controle de pragas e doenças nas plantas é prejudicial aos peixes. Em resumo, a aquaponia é um sistema sustentável que combina simultaneamente o cultivo hidropônico e a aquicultura e utiliza os ciclos biológicos naturais (nitrificação). Em um único sistema se produz peixes e plantas com destaque para a redução no uso da água (FAO, 2014; MARQUES *et al.*, 2016; PANIGRAHI *et al.*, 2016; BAGANZ *et al.*, 2021).

A aquaponia foi considerada por Van Woensel *et al.* (2015) como uma das dez tecnologias inovadoras “que podem mudar nossas vidas”, devido à sustentabilidade e potencial de produção de alimentos. Dois benefícios de destaque do cultivo aquapônico se referem à economia na demanda de água e incremento da lucratividade devido à produção simultânea de duas culturas comerciais, hortaliças e peixes (WONGKIEW *et al.*, 2017).

Em diversas regiões do mundo essa tecnologia é aplicada em diferentes contextos. A aquaponia tem sido frequentemente empregada como ferramenta educacional em escolas primárias e secundárias, universidades e organizações comunitárias. Os alunos aprendem por meio de experiências práticas incluindo tópicos abrangentes, como anatomia e fisiologia, biologia e botânica, física e química, ética, culinária e estudos sobre sustentabilidade. Essa tecnologia de produção de alimentos tem sido aplicada em atividades humanitárias em países em desenvolvimento e como componente de iniciativa de agricultura urbana e periurbana. A aquaponia pode ser empregada em pequena escala para produção de alimentos para subsistência

e uso doméstico. Por outro lado, a aplicação comercial engloba principalmente cultivos de folhosas e aromáticas (RAKOCY, 2012; FAO, 2014; GODDEK *et al.*, 2019).

Para a seleção de espécies de plantas para o cultivo em aquaponia deve-se considerar a densidade de peixes que serão criados nos tanques e a consequente concentração de nutrientes (efluentes) excretados pelos peixes. Cultura de alface, agrião, espinafre, cebolinha e manjeriço e leguminosas como ervilha e feijão apresentam baixa exigência nutricional e são bem adaptadas em sistemas aquapônicos. Outras plantas com demanda média de nutrientes são o repolho, couve, couve-flor e brócolis; entre aqueles com alta exigência nutricional destacam-se o tomate, pepino, berinjela, abobrinha, morango e pimentão (RINEHART, 2010; FAO, 2014).

### **1.2.2 Produção de vegetais e peixes em sistema aquapônico**

Levantamento realizado durante os anos 2012 e 2013 identificou praticantes de aquaponia em mais de 40 países. De acordo com essa pesquisa, os vegetais cultivados neste sistema foram manjeriço, folhosas e tomate, preferidos respectivamente por 70, 69 e 64% dos entrevistados (LOVE *et al.*, 2014). De acordo com Panigrahi *et al.* (2016), grande variedade de vegetais são opções para cultivo nesse sistema, entre eles, alface, feijão, abóbora, abobrinha, brócolis, pimentão, pepino, ervilha e espinafre. São recomendáveis plantios de aromáticas como manjeriço, tomilho, coentro, sálvia, erva-cidreira, orégano e salsa. Frutas como morango, melancia, melão e tomate apresentam potencial para o cultivo aquapônico, além de plantas ornamentais.

Para a seleção de uma espécie vegetal para o cultivo em aquaponia, o ideal é considerar aquela com característica de alto rendimento por unidade de área e por período de tempo de produção. A cultura de alface é recomendada para esse tipo de cultivo devido ao seu alto valor comercial, ao seu potencial de desenvolvimento em sistemas aquapônicos e à capacidade de atingir o tamanho comercial em quatro semanas. (RAKOCY, 2012; FAO, 2014). Plantas de alface cultivadas nesse tipo de tecnologia apresentam taxa de crescimento similar quando cultivada em hidroponia convencional (DELAIDE *et al.*, 2016). No Brasil, a produção dessa folhosa (cultivar Pira verde) sobre o substrato fibra de coco foi elevada tanto em sistemas de aquaponia quanto em hidroponia, respectivamente, 199,4 g/planta e 192,3 g/planta (JORDAN *et al.*, 2018).

Várias espécies de peixes de água quente e fria têm sido empregadas em sistemas aquapônicos. Existem registros de criação de peixe jundiá, truta arco-íris, pacu, carpa comum, carpa koi, peixe dourado e robalo asiático (barramundi). Destaca-se que a maioria das espécies de água doce apresenta potencial desenvolvimento em sistemas aquapônicos, inclusive os

peixes ornamentais. A tilápia, *O. Niloticus*, é aquela que se destaca como o peixe mais popular criado em aquaponia no mundo (RINEHART, 2010; RAKOCY, 2012; FAO, 2014).

Em sistema de aquaponia integrado à criação de tilápia e alface, Al-Hafedh *et al.* (2008) registraram produção média 33,5 kg/ m<sup>3</sup> de peixe e 42 cabeças de alface por m<sup>2</sup> (com peso médio de 212g cada), por safra. Pantanella *et al.* (2010) observaram que a produtividade de alface romana em cultivo em aquaponia com alta densidade de peixes tilápia foi de 2,7 Kg/ m<sup>2</sup> semelhante à produção de 2,8 Kg m<sup>2</sup> dessa folhosa em hidroponia. No Brasil, em Santa Catarina, Lenz *et al.* (2017) estudando o sistema de aquaponia integrando cultivo de alface à criação de tilápia, registraram produtividade de 0,84; 1,04 e 1,14 Kg/ m<sup>2</sup>, respectivamente, para cultivares lisa, roxa e crespa dessa folhosa. Nessa mesma região, em estudo realizado por Pinho *et al.* (2017) a cultivar de alface lisa destacou-se com produtividade de 1,73 Kg/ m<sup>2</sup>, seguida pela crespa (1,20 Kg/ m<sup>2</sup>) e roxa (0,42 Kg/ m<sup>2</sup>) em cultivo aquapônico com criação de tilápia.

A aquaponia tem sido estabelecida principalmente para cultura de alface integrada à criação de tilápia, o que destaca a necessidade de condução de pesquisas para o estudo de combinações de sistemas aquapônicos com outras espécies de vegetais e peixes para a melhoria da aceitação dessa tecnologia por produtores e consumidores (TYSON *et al.*, 2011).

Segundo Dr. Fernando André Salles, pesquisador científico da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA)/Instituto de Zootecnia – Brasil, essa tecnologia de produção integrada de hortaliças e peixes tem despertado atenção de instituições de pesquisa e produtores. Nessa instituição foi desenvolvido um modelo de aquaponia em pequena escala que integra produção de hortaliças folhosas, plantas aromáticas com a criação da espécie de peixe *Astíanax altiparanae* (Garutti & Britski, 2000), conhecida como lambari (MARCONATO, 2016).

### 1.2.3 Principais insetos-praga na cultura da alface

A maioria das pragas que infestam a cultura de alface ocorre na parte aérea das plantas, ocasionando danos e depreciação comercial do produto. Entre os artrópodes-praga destacam-se os insetos mastigadores, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805); *Diabrotica speciosa* (German, 1824). Os insetos de hábito sugador, além de ocasionarem danos por meio da alimentação, são vetores de fitoviroses. Entre estes são citados os pulgões *Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843), *Aphis gossypii* (Glover, 1887), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e *Uroleucon sonchi* (Linnaeus, 1767), *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878); a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genadius, 1889) biótipo B e os tripses *Frankliniella*

*occidentalis* (Pergande, 1895), *Frankliniella shultzei* (Trybom, 1910), *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889) e *Thrips palmi* Karny, 1925 (AUAD *et al.*, 2000a; IMENES *et al.*, 2000; COLARICCIO & CHAVES, 2017; MOURA *et al.*, 2020).

### 1.2.3.1 Pulgão e seus inimigos naturais

Os pulgões pertencem à superfamília Aphidoidea, família Aphididae e apresentam aproximadamente 4.000 espécies descritas. Esses hemípteros estão presentes no mundo inteiro, e são importantes pragas de diversas espécies de plantas cultivadas (DIXON *et al.*, 1987; SILVA *et al.*, 2004). Os pulgões apresentam corpo mole e coloração variada, com um par de antenas filiformes, com dimensão do corpo variando de 0,5 a 5 mm e o formato do corpo variando de circular à fusiforme. Os adultos podem ser alados ou ápteros. (DIXON *et al.*, 1995; IMENES *et al.*, 2002).

Os pulgões são reconhecidos como principais pragas de olerícolas sendo que 21 espécies estão associadas mundialmente à cultura da alface (BLACKMAN & EASTOP, 2000; ZAWADNEACK *et al.*, 2015). Na cultura da alface no estado de São Paulo, as espécies *M. persicae*, *M. euphorbiae*, *Nasonovia ribisnigri* (Mosely, 1841), *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki, 1899) e *U. ambrosiae* são de ocorrência comum em cultivos dessa folhosa em campo, hidroponia ou sob plantio protegido (YUKI, 2000; AUAD *et al.*, 2002).

Esses hemípteros causam danos diretos às plantas pela sucção contínua de seiva do floema e injeção de toxinas, prejudicando o crescimento da planta. Esses ainda expelem uma substância açucarada (*honey-dew*) que proporciona o desenvolvimento de um fungo conhecido como fumagina (*Capnodium*) de coloração escura que recobre as folhas e impede a fotossíntese e respiração, enfraquecendo a planta. Os pulgões ocasionam dano indireto por atuarem como vetores de vírus; na alface o vírus do mosaico é agente causal de uma das principais viroses da cultura (YUKI, 2000; ZAWADNEACK *et al.*, 2015).

Pulgões são controlados por três grupos de inimigos naturais, os parasitoides e predadores (afidófagos) e os entomopatógenos. O controle biológico de pulgões por meio da ação de patógenos ocorre principalmente pela ação de fungos entomopatogênicos dos gêneros *Lecanicillium*, *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces* e *Neozygites* (VAN EMDEN & HARRINGTON, 2007). Os parasitoides desse hemíptero são constituídos por micro himenópteros das famílias Braconidae, Aphelinidae e Aphidiinae. Entre os predadores destacam-se as joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae), cujas larvas e adultos alimentam-se de pulgões; seguido pelos crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) e sirfídeos (Diptera: Syrphidae) que apresentam hábito predatório durante a fase larval (VAN EMDEN & HARRINGTON,

2007). Esses três grupos de inimigos naturais apresentam potencial como agentes de ação no controle populacional de pulgões em alface (AUAD *et al.*, 2003a; PRETORIUS *et al.*, 2010; NELSON *et al.*, 2012; FARSI *et al.*, 2014).

No Brasil, pesquisas relacionando a ação de predadores sobre pulgões na cultura da alface foi realizado por Auad *et al.* (2003a; 2003b) ao estudarem o potencial de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) como agente de controle populacional de *U. ambrosiae* em cultivos protegidos no estado de São Paulo. Outro estudo refere-se à ocorrência de coccinelídeos de hábito afidófago *Scymnus sp.*, *Hyperaspis festiva* Mulsant, 1850, *Coleomegilla quadrifasciata* (Schönherr, 1808), *C. sanguinea*, *E. connexa*, *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), *H. convergens* em cultivo de alface no Paraná (MILLÉO *et al.* 2007).

### 1.2.3.2 Tripes e seus inimigos naturais

Os tripes são insetos de tamanho pequeno, tendo a fase adulta com dimensão variando de 0,5 mm a 15 mm de comprimento. Estes insetos de hábito sugador pertencem à ordem Thysanoptera e podem ser ápteros ou alados, apresentando asas franjadas. (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2015). Na ordem Thysanoptera cerca de 5.500 espécies foram descritas, destas, mais de 2.000 estão registradas para a região Neotropical (MOUND, 2002). Aproximadamente 700 espécies de Thysanoptera, em 139 gêneros e seis famílias são conhecidas do Brasil (CAVALLERI *et al.*, 2018).

Cerca de 1% espécies de tripes são consideradas pragas (MOUND, 1995). No Brasil, os gêneros *Frankliniella* e *Thrips* agrupam maior número de espécies-praga, decorrente dos danos diretos causados aos tecidos vegetais durante a alimentação e na transmissão de agentes fitopatogênicos (NAGATA *et al.*, 1999). De acordo com Monteiro (2001), dentro do gênero *Frankliniella* seis espécies são de importância agrícola no Brasil: *Frankliniella brevicaulis* Hood, 1937, *Frankliniella condei* John, 1928, *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910), *Frankliniella williamsi* Hood, 1915 e *Frankliniella zucchini* Nakahara & Monteiro, 1999.

O hábito alimentar da maioria das espécies de tripes é bem diversificado, são fitófagos, micófagos ou predadores e, em relação à planta hospedeira, podem ser monófagos, olígofagos e polífagos (MOUND, 2005). Muitas espécies fitófagas atacam grande variedade de plantas, como por exemplo a espécie de tripes *F. occidentalis*, considerada praga de hortaliças e plantas ornamentais (CARVALHO, 2006).

As formas jovens e adultas dos tripes *F. occidentalis*, *F. shultzei*, *T. tabaci* e *T. palmi* ao perfurarem o tecido vegetal e sugar o conteúdo celular ocasionam manchas irregulares



esbranquiçadas ou prateadas e nas folhas centrais ocorrem pontuações escuras (gotículas fecais). Em infestações elevadas, as plantas se tornam de cor amarelo-esverdeada. O principal dano se refere à transmissão de vírus causador da doença vira-cabeça, ocasionando elevados prejuízos à cultura da alface (MOURA *et al.*, 2020).

De acordo com Schade & Sengonca (1998), o tripses pode ser controlado por agentes benéficos como os Coccinellidae. Segundo esses autores, larvas da joaninha *H. convergens* durante o quarto estágio larval predaram aproximadamente 1.000 ninfas de *T. tabaci* e os adultos desse coccinélídeo com menor atividade alimentar consumiram 300 ninfas dessa espécie de tripses. Pesquisas têm destacado a ação do percevejo predador generalista do gênero *Orius* (Anthocoridae) no controle biológico de tripses. Gomez-Polo *et al.* (2013) constataram que *Orius laevigatus* (Fieber, 1860), *Orius majusculus* (Reuter, 1879) e *Orius niger* (Wolff, 1811) foram as espécies mais comuns presentes em cultura de alface. Posteriormente, Gomez-Polo *et al.* (2016) ressaltaram a eficiência de *O. majusculus* como predador do tripses *F. occidentalis* e do pulgão *N. ribisnigri*, duas das principais pragas de alface. Shrestha & Enkegaard (2013) destacaram que o pulgão *N. ribisnigri* e *F. occidentalis* podem ocorrer simultaneamente na planta de alface e até na mesma folha. Esses autores destacaram o potencial de larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) no controle dessas duas espécies de pragas. A mais alta taxa de predação de *N. ribisnigri* e *F. occidentalis* por *C. carnea* registrada no estudo foi equivalente ao consumo de 230 pulgões e 380 tripses por dia, respectivamente. De acordo com Luna-Espino *et al.* (2020), em plantios de tomate em casa-de-vegetação *Chrysoperla comanche* (Banks, 1938) e *C. externa* foram eficientes na redução populacional de *F. occidentalis*, indicando ser agentes promissores em controle biológico aumentativo desse inseto-praga.

## 1.3 MATERIAL E MÉTODOS

### 1.3.1 Local de estudo

A ocorrência e flutuação populacional de insetos-praga e inimigos naturais foi realizada na cultura da alface em sistema aquapônico acoplado (produção combinada de peixes e plantas em recirculação de água) instalado na área experimental da Escola Estadual Bairro Francisco Castilho, na cidade de Cravinhos, SP (Figura 2). O equipamento aquapônico utilizado faz parte do projeto Programa Ciência na Escola “Utilização da Aquaponia como Instrumento Didático” (MCTIC/CNPq).



**Figura 2.** Equipamento Aquapônico do Programa Ciência na Escola “Utilização da Aquaponia como Instrumento Didático”, Escola Estadual Bairro Francisco Castilho, Cravinhos, SP, Brasil.  
Fonte: SILVA (2022).

### 1.3.1.1 Sistema aquapônico

O sistema aquapônico utilizado consistiu em quatro canteiros, cada um com uma área de 2 m<sup>2</sup> e volume de 200 L, a água foi continuamente recirculada por meio de uma bomba submersa. Adicionalmente, o sistema foi composto por dois tanques circulares de polietileno com capacidade para 500 L: um para os peixes e outro, chamado de “Sump”, que abrigava a bomba de água responsável por distribuir a água para todo o sistema.

Cada canteiro apresentava substrato Cinexpan argila expandida, onde foram cultivadas mudas da cultivar de alface “Vanda” com 15 dias de idade, que foram colhidas depois de quatro semanas. De acordo com Rakocy (2012), essa folhosa apresenta potencial adaptação a esse sistema agrícola, o que resulta na redução do seu ciclo de três a quatro semanas.

No período compreendido entre fevereiro e setembro de 2021, treze cultivos de alface foram realizados de forma escalonada, com o objetivo de assegurar a oferta contínua da produção. Durante o mês de abril, ocorreu uma intervenção de manutenção no sistema, e a retomada do cultivo ocorreu no mês seguinte, em maio.

Em dez colheitas foi determinado o peso fresco de 382 plantas. Os resultados obtidos indicaram que o peso médio fresco (parte aérea e raiz) individual das plantas foi de 170 g ( $\delta=37,5$  g), enquanto o peso médio fresco individual da parte aérea comestível foi de 151g ( $\delta=36,3$  g).

O peixe conhecido como lambari (*A. altiparanae*) foi criado no sistema por ser uma

espécie nativa da América do Sul, de ciclo curto e de alto valor comercial (SAMPAIO & ALMEIDA, 2009). Os peixes foram mantidos em tanques circulares de polietileno com capacidade para 500 L, com entrada de água com jato tangencial, favorecendo a formação de um vórtice de modo auxiliar a concentração dos dejetos sólidos na região central inferior do tanque, onde os mesmos foram carregados, de modo a evitar o seu acúmulo no tanque dos peixes. A vazão de água foi calibrada para garantir uma taxa de circulação de 100% do volume do tanque por hora. Foram estocados 300 alevinos de lambari com peso médio inicial de 3,0 g ( $\delta=0,44$  g,  $n=30$ ) que ao final dos treze cultivos de alface atingiram um peso médio de 36 g ( $\delta=6,5$  g;  $n=30$ ). A biomassa total final estimada de peixes (273 indivíduos) foi de aproximadamente 9,83 kg.

Os peixes foram alimentados *ad libitum* com ração extrusada, composta por 40% de proteína bruta (PB), com diâmetro de 1,8 a 2,0 mm. Optou-se por manter uma ração com alto teor de nutrientes de modo a diminuir a quantidade de sólidos presentes no sistema. A ração foi oferecida de uma a duas vezes por dia, à vontade, durante 5 dias por semana. No total, foram consumidos 12,5 kg de ração durante o período, com uma eficiência alimentar de 70%.

O sistema de cultivo foi submetido a manutenção semanal, que incluiu a limpeza regular do filtro de sedimentação, a reposição de água quando necessário e a observação periódica de sintomas de doenças e estresse nos peixes.

Ao longo do período experimental, foi adotada uma estratégia preventiva para evitar a deficiência de ferro nas alfaces. Para tal, foi utilizado o composto ferro quelado EDDHA 6%, comercialmente conhecido como Rexolin, inicialmente na concentração de 2 mg.L<sup>-1</sup>. Essa concentração foi diluída na água do tanque, considerando um volume útil total de cerca de 1500 L, 50 g de Rexolin foram utilizados por aplicação. O ferro quelado foi reaplicado a cada dois meses aproximadamente.

Os dados de concentração de amônia, nitrito e nitrato foram obtidos utilizando o kit API Freshwater Master Test Kit, que utiliza métodos colorimétricos, estes valores funcionam predominantemente como um ponto de referência, garantindo que não haja presença de compostos tóxicos, como a amônia ou o nitrito, para os peixes e que o nitrato esteja em quantidade suficiente para promover o crescimento das plantas.

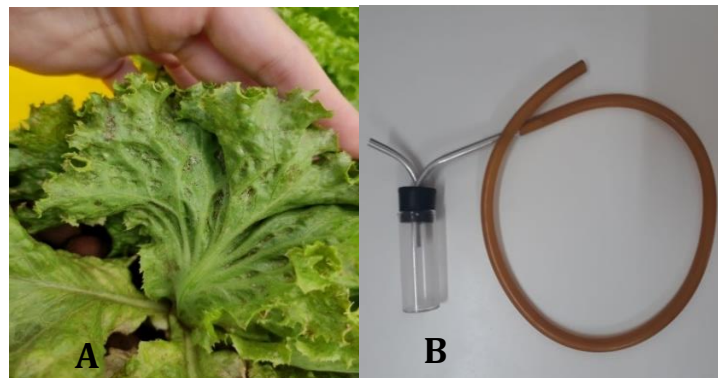
Os parâmetros limnológicos da água (Tabela 1), como pH, temperatura, saturação de oxigênio e condutividade elétrica, foram monitorados semanalmente no período da manhã no sistema de cultivo, utilizando uma sonda multiparâmetros AK88 da marca Akso. Para ajustar o pH quando abaixo de 6,5, foram adicionadas bases de hidróxido de cálcio em pó e hidróxido de potássio em pérolas de forma alternada em intervalos semanais.

**Tabela 1.** Parâmetros limnológicos do sistema aquapônico de fevereiro a setembro de 2021, Cravinhos, SP.

Valores	pH	Temperatura (°C)	Saturação de oxigênio (%)	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )
Média	6,1	21,9	64,8	232
Desvio padrão	0,65	4,3	9,3	79,4
Máximo	7,58	28,4	80,1	381
Mínimo	5,14	10,8	35,2	100,4

### 1.3.2 Amostragem de insetos-praga e inimigos naturais

Durante o período de fevereiro de 2021 a setembro de 2021 foram realizadas 27 amostragens. Essas foram realizadas semanalmente durante o período da manhã em dez plantas ao acaso em quatro canteiros, amostrando-se o total de 40 plantas/semana. Foi realizado um exame visual em cada planta e, para coletar os insetos-praga e seus inimigos naturais, utilizou-se um aspirador entomológico (Figura 3) e tubos de vidro de 8,0 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro.



**Figura 3.** Amostragem de insetos (A) Planta de alface examinada visualmente; (B) Aspirador Entomológico. Fonte: SILVA, (2022).

Posteriormente, os insetos-praga e inimigos naturais mantidos nos recipientes foram transferidos para o Laboratório de Entomologia e Controle Biológico (LECB) em Ribeirão Preto, SP.

Os insetos-praga de tegumento mole (pulgões e tripes) foram separados por meio de um pincel de pelo de camelo número zero e transferidos para tubos Eppendorf contendo álcool 70% para posterior identificação por taxonomistas especialistas.

Os exemplares de coccinelídeos adultos coletados foram acondicionados em frascos com álcool 70% em laboratório e posteriormente identificadas no LECB em Ribeirão Preto-SP,

os indivíduos foram identificados a um nível de espécie com base em características morfológicas com o auxílio de chaves taxonômicas (CELLI, 2021).

Pelo menos um exemplar de cada espécie de inseto capturado foi depositado em uma coleção de referência para posteriores consultas. Exemplares da família Coccinellidae encontram-se mantidos no Museu de Entomologia do LECB em Ribeirão Preto, SP, sob responsabilidade da Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanês. Exemplares dos insetos-praga da família Thysanoptera estão mantidos no laboratório da Universidade Federal do Piauí (UFPI), sob responsabilidade do Dr. Élisson Fabrício, B. Lima e os exemplares da família Aphididae estão mantidos no laboratório de Curadoria da Coleção de Afídeos – COLEAFIS/DEBE da UFSCar, sob responsabilidade da Dra. Suzan Cunha.

### **1.3.3 Ocorrência e flutuação populacional de insetos-praga e inimigos naturais**

Durante o período de realização do trabalho foram registradas as temperaturas máxima, mínima e média, umidade relativa mínima e máxima, e precipitação. Os registros dos fatores meteorológicos foram obtidos junto aos dados da Agência Brasileira de Meteorologia Ltda. (Agência Climatempo). Para a obtenção dos dados referentes à temperatura e umidade relativa, foi utilizado o cálculo da média dos registros obtidos durante um período de sete dias que antecedeu a data de amostragem. Além disso, o total da precipitação pluvial registrada nos sete dias anteriores à data de amostragem também foi considerado.

Para determinar os coeficientes faunísticos de dominância, frequência, constância e abundância de cada grupo de inseto-praga e inimigo natural registrados na amostragem em campo, foi realizada uma análise faunística com o uso do software ANAFAU (MORAES *et al.*, 2003).

A predominância de uma espécie foi determinada com base nos maiores valores dos coeficientes faunísticos de dominância, frequência, constância e abundância. Segundo Silveira Neto *et al.* (1995), uma espécie é considerada predominante quando apresenta os maiores valores nesses parâmetros.

Para correlacionar as temperaturas máxima, mínima e média, bem como a umidade relativa mínima e máxima, e precipitação com o total de indivíduos capturados, os dados foram tabulados e submetidos à análise de correlação Pearson usando o programa IBM SPSS Statistics 20. O objetivo da análise foi avaliar a influência desses fatores meteorológicos sobre as espécies de insetos predominantes encontradas na pesquisa.

O coeficiente de correlação de Pearson, representado pelo valor de  $r$ , é uma medida

estatística utilizada para avaliar a relação linear entre duas variáveis quantitativas. O valor de  $r$  pode variar de  $-1$  a  $+1$ , onde  $r = 0$  indica não haver associação linear entre as variáveis. É possível descrever o grau de correlação entre as variáveis com base nos valores de  $r$ , sendo comumente utilizadas as seguintes denominações:  $r$  de  $0,00$  a  $0,19$  indica correlação bem fraca;  $r$  de  $0,20$  a  $0,39$  indica correlação fraca;  $r$  de  $0,40$  a  $0,69$  indica correlação moderada;  $r$  de  $0,70$  a  $0,89$  indica correlação forte; e  $r$  de  $0,90$  a  $1,00$  indica correlação muito forte (SILVIA & SHIMAKURA, 2006).

Foram confeccionados gráficos para representar as variações populacionais das espécies predominantes de insetos identificadas na pesquisa, correlacionando o número de indivíduos com a temperatura média, precipitação pluvial e umidade relativa mínima e máxima. Esses gráficos fornecem representações visuais dos dados e permitem uma melhor análise e compreensão da dinâmica populacional dessas espécies de insetos em relação aos fatores ambientais.

## 1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1.4.1 Ocorrência de insetos-praga

O total de 4.079 insetos-praga distribuídos em 12 espécies e uma subespécie foram capturados em plantas de alface, durante 13 safras da cultura (período de cultivo de alface que ocorreu durante 13 ciclos de produção, em que a cultura foi plantada, cultivada e colhida 13 vezes) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Análise faunística de insetos-praga coletados em plantas de alface em sistema aquapônico de fevereiro a setembro de 2021 e suas respectivas classes de dominância (D), frequência (F), constância (C) e abundância (A), Cravinhos, SP.

Táxons	n	Nº de Coletas	D	F	C	A
<b>Thysanoptera</b>						
<i>Caliothrips phaseoli</i>	1477*	24	SD	SF	W	as
<i>Echinothrips mexicanus</i>	1	1	ND	PF	Z	d
<i>Frankliniella insularis</i>	3	3	ND	F	Y	c
<i>Frankliniella schultzei</i>	2552 *	25	SD	SF	W	as
<i>Gynaikothrips</i> sp.	19	3	D	MF	Y	ma
<i>Haplothrips gowdeyi</i>	2	2	ND	F	Y	c
<i>Pseudophilothrips</i> sp.	1	1	ND	PF	Z	d
<b>Hemiptera</b>						
<i>Aphis spiraecola</i>	12	9	D	MF	Y	ma

<i>Drepanosiphinae</i>	1	1	ND	PF	Z	d
<i>Hyperomyzus lactucae</i>	2	2	ND	F	Y	c
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	1	1	ND	PF	Z	d
<i>Myzus persicae</i>	3	3	ND	F	Y	c
<i>Pemphigus bursarius</i>	5	4	ND	F	Y	c

n: número de insetos capturados. SD: superdominante; D: dominante e ND: não dominante. SF: super frequente; MF: muito frequente; F: frequente; PF: pouco frequente. W: constante; Y: acessória; Z: acidental. as: superabundante; ma: muito abundante; a: abundante; r: rara; c: comum; d: dispersa. \* espécies predominantes (indicadores).

#### 1.4.1.1 Tripes

As espécies de tripes fitófagos amostradas com as respectivas quantidades no sistema foram: *Caliothrips phaseoli* (Hood, 1912) (1.477 indivíduos), *Echinothrips mexicanus* Moulton, 1911 (1 indivíduo), *Frankliniella insularis* (Franklin, 1908) (3 indivíduos), *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910) (2.552 indivíduos), *Gynaikothrips sp.* (19 indivíduos), *Haplothrips gowdeyi* (Franklin, 1908) (2 indivíduos), *Pseudophilothrips sp.* (1 indivíduo).

*Frankliniella schultzei* e *C. phaseoli* destacaram-se como predominantes pela abundância de indivíduos coletados em plantas da alface de sistema aquapônico (Tabela 2); as espécies foram classificadas como superdominantes, superfrequentes, constantes e superabundantes. O resultado corrobora aqueles de diversos autores (ZAWADNEAK *et al.*, 2015; LIMA *et al.*, 2016; SILVA, 2016) que consideraram *F. schultzei* como uma das principais pragas da cultura da alface por constituir um dos relevantes limitadores da produtividade da cultura, além de atuar como vetor de doenças, como o “vira-cabeça”. Ademais, *C. phaseoli*, uma praga que normalmente é encontrada ocasionando danos em culturas de feijão e ervilha vem causando prejuízos em cultivos hidropônicos de alface (MENDES & BUENO, 2001; MENDES, 2002; FIGUEIREDO *et al.*, 2020).

Durante o estudo, outra espécie de tripes foi coletada, no entanto não existem na literatura informações relatando a ocorrência dessa espécie como causadora de danos à cultura da alface. A espécie *E. mexicanus*, classificada nesse estudo como não dominante, pouco frequente, acidental e dispersa, em estudo anterior (MONTEIRO, 1999), a presença de *E. mexicanus* em plantações de soja no estado do Pará foi relatada, entretanto, não há informações disponíveis sobre o tipo de dano causado. Além disso, segundo o mesmo autor, a espécie foi previamente identificada em folhas de soja na região de Campinas (SP). Vieira *et al.* (2021) registraram pela primeira vez a presença de *E. mexicanus* em plantações de mandioca, no estado do Pará, além do seu primeiro registro associado à cultura do girassol no estado do Acre, conforme relatado por Santos (2021).

A espécie de tripes *F. insularis*, classificada nesse estudo como não dominante,

frequente, acessória e comum, foi associada a cultura da alface (*L. sativa*) nas ilhas de Guadalupe e Martinica, cuja alimentação no tecido vegetal causou danos diretos (ETIENNE *et al.*, 2015). Essa espécie está amplamente distribuída nas Américas Central e do Sul e nos Estados Unidos. A ocorrência no Brasil é frequente em todas as regiões, sendo observada principalmente em flores de *Hibiscus rosa-sinensis* (Linnaeus, 1753). *Frankliniella insularis* ao se alimentar ocasiona danos nas pétalas das flores de *H. rosa-sinensis*. Essa espécie de tripses foi mencionada como praga secundária em plantas de citros (CAVALLERI *et al.*, 2018).

O tripses do gênero *Gynaikothrips*, classificada nesse estudo como dominante, muito frequente, acessória e muito abundante, de origem do sudeste asiático, possui suas espécies documentadas em diversas partes do mundo (MOUND, 1995). O gênero *Gynaikothrips* é composto por 42 espécies, das quais 16 foram registradas em *Ficus* [Moraceae], conforme mencionado por Mound *et al.* (2021).

*Haplothrips gowdeyi*, classificada como não dominante, frequente, acessória e comum, foi descrita originalmente na Flórida, Estados Unidos, e é amplamente distribuída em países tropicais e subtropicais. A espécie é fitófaga e ocorre em flores de grande variedade de plantas, incluindo Poaceae (CAVALLERI *et al.*, 2018). No Brasil, foi encontrada em Santa Catarina danificando plantas de nectarina, sugando o ovário da flor (HICKEL, 1998). Também foi relatado em inflorescências de plantas de milho na região de Lavras, MG (SILVEIRA *et al.*, 2005) e em flores de plantas de crisântemo em casa de vegetação em Santo Antônio da Posse, SP (CARVALHO *et al.*, 2006). Na Índia, a espécie foi registrada causando danos às flores de *Jasminum anquestlfouum* (CAVALLERI *et al.*, 2018).

*Pseudophilothrips* sp., classificado como espécie não dominante, pouco frequente, acidental e dispersa, é considerada praga de grande importância na cultura da goiabeira, uma vez que seus danos comprometem o valor estético dos frutos e aumentam a susceptibilidade à infestação por fungos causadores de manchas (PIKART *et al.*, 2012). O gênero *Pseudophilothrips* tem sido registrado em vários estados brasileiros, incluindo Amazonas, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná (LIMA, 2019).

#### 1.4.1.2 Pulgões

As espécies de pulgões (Hemiptera: Aphididae) amostradas com as respectivas quantidades foram: *Aphis spiraecola* (Patch, 1914) (12 indivíduos), Drepanosiphinae (1 indivíduo), *Hyperomyzus lactucae* (Linnaeus, 1758) (2 indivíduos), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (1 indivíduo), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (3 indivíduos), *Pemphigus*



*bursarius* (Linnaeus, 1758) (5 indivíduos).

*Aphis spiraeicola* destacou-se como dominante em plantas de alface de sistema aquapônico, além de muito frequente, acessória e muito abundante. Essa espécie de hábito polífago com distribuição mundial, é citada como praga em cultura de citros, macieira e plantas ornamentais e reconhecida por transmitir inúmeras espécies de fitovírus. Essa espécie é considerada uma das mais abundantes em citros nos Estados Unidos e atua como vetor do vírus da tristeza dos citros (YOKOMI & TANG, 1995; TSAI & WANG, 2001). Não foram encontrados dados na literatura sobre *A. spiraeicola* causando danos e prejuízos em alface.

Os demais pulgões coletados neste estudo foram considerados não dominantes. A espécie de Drepanosiphinae, classificada como pouco frequente, acidental e disperso, pertence a uma subfamília da família Aphididae, compreendendo aproximadamente 11% das espécies de pulgões conhecidas em todo o mundo (CHAKRABARTI, 1988). Os gêneros e espécies dessa subfamília são amplamente distribuídos nas regiões das Américas Central e do Sul, incluindo Brasil, Chile, Argentina, Uruguai e Venezuela, e são frequentemente associados a plantas das famílias Podocarpaceae, Araucariaceae, Tiliaceae e Fagaceae (EASTOP, 1993).

*Hyperomyzus lactucae*, também conhecida como Pulgão-da-alface, classificado neste estudo como frequente, acessória e comum, tem distribuição mundial, incluindo as Américas, África, Europa, Ásia e Austrália (DIETZGEN, 2020). Apesar de apresentar semelhanças com *M. persicae* em características como tamanho e forma do corpo, *H. lactucae* possui tamanho maior, corpo relativamente alongado e coloração verde mais intensa. Embora não seja considerado uma praga da alface, esse afídeo está associado a serralhas dos gêneros *Sonchus* e *Emilia*. Sua importância reside na capacidade de transmitir o vírus mosqueado da alface (LeMoV) e o vírus do mosaico (LMV), que encontram-se frequentemente presentes nessas plantas de ocorrência espontânea e podem ser facilmente transmitidos para as culturas de alface próximas (YUKI, 2000; GUIMARÃES *et al.*, 2019). Ainda que não esteja associada a cultura de batata, *H. lactucae* é capaz de transmitir o vírus da batata (PVY) para as plantas dessa cultura (NAVARRO, 2021).

*Macrosiphum euphorbiae*, conhecido como Pulgão-da-batata, classificou-se como pouco frequente, acidental e dispersa, é uma praga importante em muitas culturas devido aos danos que causa, tanto por sugar a seiva diretamente da planta quanto por transmitir vírus infecciosos que afetam a qualidade e o rendimento das plantas. Essa espécie de afídeo tem uma ampla gama de hospedeiros, incluindo espécies de plantas pertencentes a Solanaceae, e é considerada uma praga de importância mundial devido à sua capacidade de transmitir várias espécies de fitovírus (SRIDHAR *et al.*, 2020). No Brasil, *M. euphorbiae* é uma das principais

espécies de praga em cultivos protegidos e vetor do vírus-do-mosaico-da alface (SHAWKAT, 1982). Além disso, essa praga também pode ser encontrada em cultivos de roseira (BUENO, 2008) e em cultivos hidropônicos de alface (AUAD *et al.*, 2002; STARÝ *et al.*, 2007). Em áreas não tradicionais de produção de quinoa no Peru, *M. euphorbiae* é uma das pragas que infestam a cultura, juntamente com outros insetos polípagos (CRUCES *et al.*, 2020). Na cidade de Quetta, no Paquistão, *M. euphorbiae* foi encontrado em plantas de *Rosa laevigata* (Michx, 1803) e *Cestrum nocturnum* (Linnaeus, 1753) (NOOR *et al.*, 2020).

*Myzus persicae*, também conhecido como Pulgão-verde-do-pessegueiro, classificada neste estudo como frequente, acessória e comum, é praga agrícola de importância mundial por ocasionar danos significativos em diversas culturas, incluindo batata inglesa, beringela, tomates, pimentão, couve, brócolis, repolho, rúcula e algodão (GALLO *et al.*, 2002; HOLTZ, 2015). É amplamente reconhecido como uma das principais pragas que afetam hortaliças, podendo resultar em perdas de produção significativas, que podem atingir 50%. Esse impacto é devido ao fato da espécie atuar como vetora de viroses que afetam esses cultivos. (ZAWADNEAK *et al.*, 2015). Além disso, foi relatado que esse pulgão coloniza a alface e prefere as folhas mais velhas (GUIMARÃES *et al.*, 2019). *Myzus persicae* é capaz de se adaptar a novas plantas hospedeiras, incluindo tabaco, resultando na formação de raças hospedeiras distintas. Essa capacidade é explicada pelos mecanismos metabólicos do inseto, que lhe permitem superar compostos secundários das plantas e desenvolver resistência a inseticidas (TROCZKA *et al.*, 2021; PEREIRA *et al.*, 2021).

O pulgão-da-raiz da alface, *P. bursarius*, classificado como frequente, acessório e comum, é uma espécie que se alimenta das raízes da alface, levando a plantas atrofiadas ou murchas e, em casos graves, morte. Esta espécie está associada a diversas espécies de plantas não cultivadas, principalmente da família Compositae. Além disso, *P. bursarius* é um dos vetores conhecidos pela transmissão do vírus LMV em culturas de alface (DUNN, 1960; MILLER *et al.*, 2003; COLARICCIO, 2017).

#### **1.4.2 Ocorrência de inimigos naturais**

O total de 7 insetos predadores distribuídos em 5 espécies foram capturados em plantas de alface, durante 13 safras da cultura (período de cultivo de alface que ocorreu durante 13 ciclos de produção, em que a cultura foi plantada, cultivada e colhida 13 vezes) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Análise faunística de insetos predadores coletados em plantas de alface em sistema aquapônico de fevereiro a setembro de 2021 e suas respectivas classes de dominância (D), frequência (F), constância (C) e abundância (A), Cravinhos, SP.

Táxons	n	Nº de Coletas	D	F	C	A
<b>Coleoptera</b>						
<i>Hippodamia convergens</i>	1	1	ND	F	Y	c
<i>Cycloneda sanguinea</i>	1	1	ND	F	Y	c
<i>Eriopis connexa</i>	3	3	ND	MF	W	ma
<b>Thysanoptera</b>						
<i>Franklinothrips vespiformis</i>	1	1	ND	F	Y	c
<i>Stomatothrips angustipennis</i>	1	1	ND	F	Y	c

n: número de insetos capturados. SD: superdominante; D: dominante e ND: não dominante. SF: super frequente; MF: muito frequente; F: frequente; PF: pouco frequente. W: constante; Y: acessória; Z: acidental. as: superabundante; ma: muito abundante; a: abundante; r: rara; c: comum; d: dispersa. \* espécies predominantes (indicadores).

As populações de inimigos naturais foram relativamente baixas em comparação com as de tripes e pulgões, corroborando com um estudo sobre ocorrência e flutuação populacional de tripes, pulgões e inimigos naturais em cultivares de crisântemo em casa de vegetação realizado por Carvalho *et al.* (2006). Os autores atribuíram o baixo número de inimigos naturais como resultado da atuação de fatores independentes da densidade, como as condições climáticas e a fenologia da planta. Também destacaram a importância da conservação de inimigos naturais próximos ou dentro das casas de vegetação para um controle biológico natural mais eficaz. Deve ser ressaltado que o manejo adequado dos arredores dos cultivos protegidos também pode ajudar a estimular ou restaurar o controle natural das pragas.

#### 1.4.2.1 Tripes predadores

Entre os inimigos naturais capturados durante as amostragens em alface no sistema aquapônico, verificou-se a ocorrência de tripes das espécies *Franklinothrips vespiformis* (Crawford, 1909) (1 indivíduo) e *Stomatothrips angustipennis* (Hood JD, 1949) (1 indivíduo) que apresentam hábito predatório. No presente estudo as espécies foram classificadas como não dominantes, frequentes, acessórias e comuns. De acordo com Cavalleri *et al.* (2018), *F. vespiformis* é espécie predadora de pequenos artrópodes, incluindo ácaros, moscas-brancas e tripes, sendo importantes no controle biológico de espécies de tripes do gênero *Scirtothrips*, que atacam abacateiros nos EUA. *Stomatothrips angustipennis*, cuja ocorrência foi registrada apenas no Brasil, não possui relato de importância econômica, porém, de acordo com Cavalleri *et al.* (2018), a espécie provavelmente é predadora de ácaros e outras espécies de tripes

consideradas pragas agrícolas.

#### 1.4.2.2 Coccinellidae

Um grupo importante de inimigos naturais capturados em plantas de alface foram os coleópteros da família Coccinellidae, conhecidos comumente como joaninhas. As espécies *H. convergens* e *C. sanguinea* foram classificadas como não dominantes, comuns, frequentes e acessórias, e *E. connexa* como não dominante, muito abundante, muito frequente e constante. As quantidades capturadas dessas espécies foram: *C. sanguinea* (1 indivíduo), *E. connexa* (3 indivíduos), *H. convergens* (1 indivíduo).

A baixa quantidade desses predadores pode ser explicada pela reduzida abundância de pulgões, presas consideradas como alimento primário de algumas espécies de coccinelídeos (SLIPINSKI, 2013).

Em estudo realizado por Pimenta *et al.* (2020) sobre sistemas de produção de hortaliças, foi constatado que os monocultivos afetaram negativamente a diversidade de joaninhas, enquanto sistemas de policultivo promoveram maior diversidade, incluindo joaninhas afidófagas. Dessa forma, estratégias podem ser adotadas para solucionar a perda de diversidade de joaninhas em monocultivo de hortaliças em sistemas aquapônicos. A implementação de policultivos, com diferentes espécies de plantas no mesmo sistema, pode aumentar a diversidade de joaninhas e outros insetos benéficos, fornecendo habitats e recursos alimentares variados (ALTIERI, 1993; WILKINSON *et al.*, 2005; THOMINE *et al.*, 2020; NICHOLLS *et al.*, 2013).

Com base nos estudos citados, existem duas sugestões para melhorar a diversidade de joaninhas em sistemas aquapônicos de produção de hortaliças. A primeira seria a implementação de policultivos, que consiste no cultivo de diferentes espécies de plantas no mesmo sistema. Isso promove a diversidade de joaninhas e outros insetos benéficos, além de fornecer habitats e recursos alimentares variados. A segunda opção seria a criação de abrigos e áreas de refúgio para joaninhas. Isso pode ser realizado através da instalação de abrigos artificiais ou da criação de zonas de vegetação natural ao redor do sistema aquapônico. Essas áreas oferecem proteção e recursos alimentares para as joaninhas e outros insetos benéficos, ajudando a controlar as pragas e a promover a diversidade biológica.

Além disso, conforme relatado por Schade e Sengonca (1998), os predadores Coccinellidae podem ser utilizados para o controle dos tripses, e observou-se que as larvas da joaninha *H. convergens* durante o quarto estágio larval, foram capazes de predar

aproximadamente 1.000 ninfas de *T. tabaci*, enquanto os adultos desta joaninha apresentaram menor atividade alimentar e consumiram cerca de 300 ninfas desse mesmo gênero de tripes. Futuros estudos poderão indicar quais espécies de Coccinellidae são capazes de serem utilizadas como potenciais predadores das principais espécies de tripes encontradas neste estudo.

As três espécies de joaninhas predadoras encontradas no presente levantamento, *C. sanguinea*, *E. connexa* e *H. convergens*, também ocorreram em conjunto em culturas do algodão (SILVIE *et al.*, 2001; HARTERREITEN-SOUZA *et al.*, 2012) e mamona (RIBEIRO *et al.*, 2007). Essas espécies de joaninhas foram encontradas em hortaliças (alface, nabo, couve, repolho, escarola, brócolis, salsinha, abobrinha, pepino) (MILLÉO *et al.*, 2007; HARTERREITEN-SOUZA *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2021), bem como em plantas da família Apiaceae, como *Anethum graveolens* Linnaeus, 1753 (endro), *Coriandrum sativum* Linnaeus, 1753 (coentro) e *Foeniculum vulgare* Miller (erva-doce) (LIXA *et al.*, 2010). Além disso, essas joaninhas também são associadas a pomares de pessegueiros em Araucária-PR (SHUBER *et al.*, 2012), a cultivos de quiabo por Ramos *et al.* (2016) e agroecossistemas de videira (LOPES *et al.*, 2016) como predadoras da cochonilha *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae).

#### 1.4.3 Flutuação populacional de insetos e influência de fatores meteorológicos

Na análise de correlação de Pearson entre o número de espécies de tripes e fatores meteorológicos, *F. schultzei* apresentou correlação positiva e moderada ( $r = 0,46$ ) para temperaturas máximas. Assim, com o incremento da temperatura máxima aumentou a quantidade de indivíduos da espécie (Tabela 4). Com relação à umidade relativa do ar, *F. schultzei* apresentou maior número de indivíduos com o decréscimo da umidade máxima ( $r = -0,60$ ) e mínima ( $r = -0,51$ ). As demais espécies de tripes não apresentaram correlação com os fatores meteorológicos estudados nesta pesquisa. De acordo com Aliakbarpour *et al.* (2010) e Barbosa *et al.* (2019), a densidade populacional de *F. schultzei* é maior em estações secas em conjunto com altas temperaturas. No presente estudo não houve correlação significativa de *F. schultzei* com temperatura mínima, média e precipitação (Tabela 4).

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação (r) entre o número de indivíduos de tripes e fatores abióticos em alface em sistema aquapônico.

<b>Espécie de tripes</b>	<b>TMin</b>	<b>TMed</b>	<b>TMax</b>	<b>UR Max</b>	<b>UR Min</b>	<b>Precipitação</b>
<i>Caliothrips phaseoli</i>	<b>-0,52**</b>	<b>-0,51**</b>	<b>-0,45*</b>	-0,21ns	-0,34ns	-0,30ns
<i>Frankliniella schultzei</i>	0,23ns	0,35ns	<b>0,46*</b>	<b>-0,60*</b>	<b>-0,51**</b>	-0,13ns

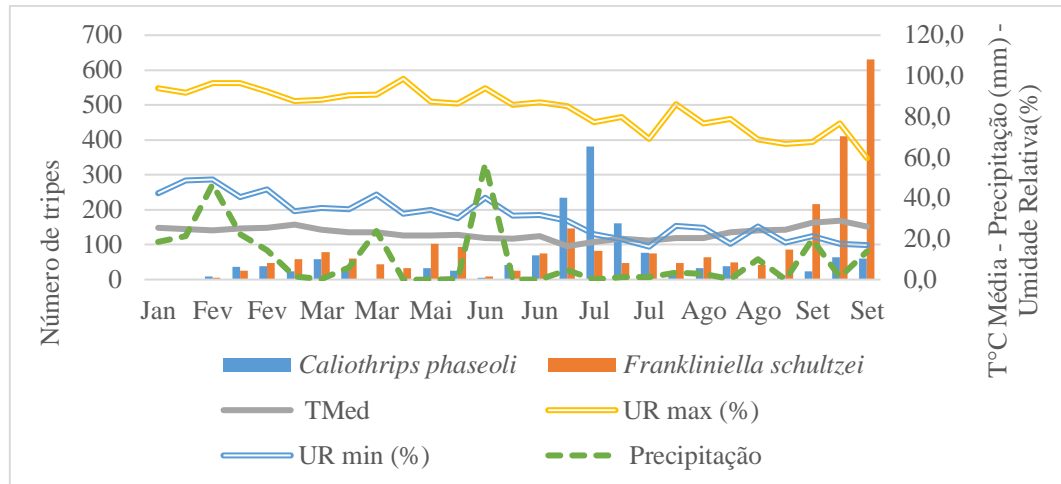
\* significativo a 5% de probabilidade    \*\* significativo a 1% de probabilidade

ns = não significativo; TMin: Temperatura mínima; TMed: Temperatura média; TMax: Temperatura máxima; UR Max: Umidade relativa máxima; UR Min: Umidade relativa mínima.

Na correlação de Pearson *C. phaseoli* apresentou maior número de indivíduos conforme as temperaturas mínima, média e máxima decresceram, com valores de correlação negativa respectivamente, -0,52, -0,51 e -0,45, porém, não foi encontrada correlação significativa entre a população de *C. phaseoli* e a umidade relativa e precipitação (Tabela 4). Esses achados corroboram os resultados de outros estudos que investigaram a influência de variáveis climáticas na população de *C. phaseoli*. Por exemplo, em um estudo de infestação de *C. phaseoli* em feijoeiro em Jaboticabal, SP, Jesus (2007) não encontrou diferenças significativas no número de ninfas do inseto em diferentes épocas de plantio. Além disso, em um levantamento de tripes em roseiras em ambiente protegido, Fernandes (2015) não observou correlação entre a temperatura e a umidade relativa do ar com a população de *C. phaseoli*.

Os resultados do presente estudo indicam que a população de *C. phaseoli* pode ser menos sensível as mudanças relacionadas à umidade e precipitação. Portanto, são necessários estudos futuros para avaliar a relação da precipitação e umidade do ar na dinâmica populacional de *C. phaseoli*.

Esta constatação indica a necessidade de uma abordagem integrada para o manejo de *C. phaseoli*, que leve em consideração não apenas as características biológicas do inseto, mas também as condições ambientais em que a cultura está sendo conduzida. A compreensão dos fatores que afetam a população de tripes durante o desenvolvimento da cultura é fundamental para adoção de estratégias de controle eficazes e sustentáveis, que permitam minimizar os danos causados por essa praga e preservar a qualidade e a produtividade da cultura.



**Figura 4.** Flutuação populacional de tripes das espécies *Caliothrips phaseoli* e *Frankliniella schultzei* coletados em alfaca em sistema aquapônico de fevereiro a setembro de 2021, Cravinhos, SP.

No presente estudo, verificou-se que os picos populacionais dos tripes *C. phaseoli* e *F. schultzei* ocorreram em julho e setembro, respectivamente, coincidindo com o período de menor precipitação pluvial (Figura 4). De acordo com os resultados obtidos, é possível afirmar que a densidade populacional de *F. schultzei* foi maior em estações secas, corroborando com estudos de Aliakbarpour *et al.* (2010) e Barbosa *et al.* (2019).

Durante as épocas de maior precipitação pluvial foram observadas densidades populacionais menores de *C. phaseoli* e *F. schultzei*. Tal fator meteorológico desempenha papel importante na mortalidade de insetos praga em regiões tropicais, afetando-os tanto diretamente (queda mecânica ou morte) quanto indiretamente, favorecendo o crescimento de fungos que combatem as pragas (PEREIRA *et al.*, 2007; CABANILLAS & JONES, 2009; FARIAS *et al.*, 2011; BACCI *et al.*, 2019). Salienta-se que o sistema aquapônico utilizado no presente estudo foi implantado em ambiente semi-campo, sem exposição direta das folhas de alfaca às gotas de chuva. Por outro lado, a chuva pode ter ocasionado impacto negativo sobre a mobilidade dos insetos, afetando sua capacidade de realizar voo e deslocamento para dentro do sistema.

*Frankliniella schultzei* apresentou aumento significativo em sua população no mês de setembro, com a ocorrência de três picos populacionais (Figura 4). O pico máximo ocorreu em condições de temperatura acima de 26,2°C, com a presença de 630 indivíduos. Os resultados encontrados corroboram estudo anterior sobre flutuações populacionais de tripes *F. schultzei* em sistema hidropônico, que demonstrou a influência do fator temperatura sobre a referida espécie (AUAD *et al.*, 2000b).

Em virtude da baixa ocorrência de pulgões e joaninhas, a estimativa do pico populacional das espécies não pode ser realizada (Figuras no Anexo). Entretanto, de acordo com Júnior *et al.* (2021), na região de Altamira-PA, a flutuação populacional de pulgões em

hortas urbanas foi influenciada por fatores físicos e nutricionais. Os autores constataram que esses insetos-praga estiveram presentes nas culturas o ano todo e que a maior ocorrência de indivíduos ocorreu durante o período seco (65%), em relação ao chuvoso (35%).

Para as joaninhas, Morais *et al.* (2006) e Silva *et al.* (2007) observaram um pico populacional na primavera. Segundo Iperiti (1999), os coccinelídeos predadores geralmente se reproduzem na primavera quando suas presas são abundantes. Além disso, o autor destacou que os Coccinellidae são altamente adaptados para perseguir presas móveis, como pulgões, e são capazes de se moverem continuamente em busca de surtos ocasionais dessas pragas.

## 1.5 CONCLUSÕES

Em conclusão, o presente estudo avaliou a ocorrência de insetos-praga e inimigos naturais na produção de alface em sistema de aquaponia, determinando as espécies predominantes, analisando a flutuação populacional e correlacionando esses organismos com fatores meteorológicos.

O estudo contribui significativamente para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis e eficientes de controle de pragas em sistemas de cultivo de alface em sistema aquapônico. No entanto, é recomendado que sejam realizados estudos mais abrangentes, avaliando vários locais, para a compreensão completa das espécies presentes, permitindo o desenvolvimento de estratégias de controle eficazes.

Sugere-se investigar a possível associação entre os componentes da fibra dietética presentes na alface cultivada em sistema aquapônico e a resistência da planta contra ameaças bióticas, como os pulgões. Além disso, é indicado avaliar o efeito da lignina e outros compostos presentes na fibra dietética da alface aquapônica sobre a resistência a pragas e doenças, com enfoque no desenvolvimento de estratégias de manejo integrado de pragas em sistemas de cultivo aquapônico. Será importante comparar os resultados obtidos com a alface aquapônica com as cultivadas em hidroponia e solo para elucidar possíveis diferenças na resistência a pragas e doenças entre esses sistemas de cultivo.

Propõe-se conduzir um estudo sobre os efeitos da implementação de policultivos em sistemas aquapônicos de produção de hortaliças na diversidade de joaninhas e outros insetos benéficos. Além disso, seria interessante investigar a eficácia de diferentes tipos de abrigos e áreas de refúgio específicas para joaninhas, bem como a relação entre a disponibilidade dessas áreas e o controle de pragas e a promoção da diversidade biológica. Por fim, seria importante realizar estudos para identificar quais espécies de Coccinellidae têm potencial como predadores



de tripes, a fim de aprimorar o controle biológico de pragas em sistemas aquapônicos de produção de hortaliças.

Adicionalmente, estudos futuros podem ser realizados para investigar o potencial de uso das espécies predatórias *F. vespiformis* e *S. angustipennis* em sistemas agrícolas, como agentes de controle biológico de pragas. Seria importante avaliar a eficácia dessas espécies em reduzir populações de ácaros, moscas-brancas e tripes, além de investigar sua capacidade de adaptação e reprodução em sistemas agrícolas convencionais ou orgânicos. Seria valioso examinar a dinâmica populacional dessas espécies em aquaponia e seu impacto na comunidade de inimigos naturais presente nesses sistemas.

## 1.6 REFERÊNCIAS

- ABUSIN, S.A.A.; MANDIKIANA, B.W. Towards sustainable food production systems in Qatar: Assessment of the viability of aquaponics. **Global Food Security**, [S.l.], v. 25, p. 100349, 2020. 7 p. DOI: 10.1016/j.gfs.2020.100349. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912420301512>. Acesso em: 17 mar. 2023.
- AGUIAR-MENESES, E. L.; SILVA, A.C. **Plantas atrativas para inimigos naturais e sua contribuição no controle biológico de pragas agrícolas**. Seropédica: Embrapa, 2011. 60 p.
- AL-HAFEDH, Y.S.; ALAM, A.; BELTAGI, M.S. Food production and water conservation in a recirculating aquaponic system in Saudi Arabia at different ratios of fish feed to plants. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 39, n. 4, p. 510-520, 2008.
- ALIAKBARPOUR, H.; CHE SALMAH, M. R.; DIENG, H. Species composition and population dynamics of thrips (Thysanoptera) in mango orchards of northern peninsular Malaysia. **Environmental entomology**, v. 39, n. 5, p. 1409-1419, 2010.
- ALTIERI, M.A. Ethnoscience and biodiversity: key elements in the design of sustainable pest management systems for small farmers in developing countries. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 46, n. 1-4, p. 257-272, 1993.
- AUAD, A. M *et al.* Population occurrence and fluctuation of thrips on hydroponic lettuce. **Ecosystems**, v. 25, n. 2, p. 188-191, 2000b.
- AUAD, A.M *et al.* Consumo de *Uroleucon ambrosiae* (Tomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) por larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa de vegetação. **Ciência e Agroecologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 527-534, 2003a.
- AUAD, A.M. Ocorrência de afídeos em alface no cultivo hidropônico e interação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) com *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae). 2000. 131 p. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2000a.
- AUAD, A.M.; FREITAS, S.D.; BARBOSA, L.R. Ocorrência de afídeos em alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo hidropônico. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 335-339, 2002.
- AUAD, A.M.; FREITAS, S. de; BARBOSA, L.R. Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) em diferentes densidades de *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 15-18, 2003b.
- BACCI, L *et al.* Seasonal variation in natural mortality factors of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in open-field tomato cultivation. **Journal of Applied Entomology**, v. 143, n. 1-2, p. 21-33, 2019.
- BAGANZ, G. F.M *et al.* Causal relations of upscaled urban aquaponics and the Food-Water-Energy Nexus—A Berlin case study. **Water**, v. 13, n. 15, p. 2029, 2021.
- BAKER, B.P.; GREEN, T.A.; LOKER, A.J. Biological control and integrated pest

- management in organic and conventional systems. **Biological Control**, [S.l.], v. 140, p. 104095, 2020. 9 p. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2019.104095. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104996441930604X>. Acesso em: 17 mar. 2023.
- BARBOSA, F. S *et al.* Potencial das flores na otimização do controle biológico de pragas para uma agricultura sustentável. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 101-110, 2011.
- BARBOSA, B. G *et al.* Factors affecting thrips (Thysanoptera: Thripidae) population densities in watermelon crops. **The Florida Entomologist**, v. 102, n. 1, p. 10-15, 2019.
- BARRIÈRE, V *et al.* Lettuce cropping with less pesticides. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 1, p. 175-198, 2014.
- BIAZZETTI FILHO, M.L. Potencial de criação de jundiá em sistema integrado ao cultivo de alface - aquaponia com e sem o uso de bioflocos. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Curso de Ciências Biológicas: Gestão Ambiental Marinha e Costeira, Porto Alegre, RS, 2018. 33f.
- BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.F. **Aphids on the world's crops: an identification and information guide**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2000. 466 p.
- BRASIL. Instrução Normativa Conjunta nº1 de 16 de junho de 2014. Estabelecer as diretrizes e exigências para o registro dos agrotóxicos, seus componentes e afins para culturas com suporte fitossanitário insuficiente, bem como o limite máximo de resíduos permitido. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 jun. 2014. Seção 1, p. 4. Disponível em: . Acesso em: 14 mai. 2023.
- BUENO, V.H.P. Controle biológico de pragas em ornamentais sob sistema protegido. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; PALLINI, A. (coord.). **Avanços no controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa, MG: EPAMIG-CTZM, p.71-94, 2008.
- CABANILLAS, H.E.; JONES, W.A. Effects of temperature and culture media on vegetative growth of an entomopathogenic fungus *Isaria sp.* (Hypocreales: Clavicipitaceae) Naturally Affecting the Whitefly, *Bemisia tabaci* in Texas. **Mycopathologia**, v. 167, n. 5, p. 263, 2009.
- CARVALHO, L.M.; BUENO, V.H. P.; MENDES, S.M. Ocorrência e flutuação populacional de tripes, pulgões e inimigos naturais em crisântemo de corte em casa de vegetação. **Bragantia**, v. 65, p. 139-146, 2006.
- CARVALHO-MENDES, F.T. D *et al.* Desempenho agrônomo de cultivares de alface em aquaponia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e50610918176-e50610918176, 2021.
- CASA DO PRODUTOR RURAL. Começa a valer em agosto sistema de rastreabilidade de vegetais frescos. 2018. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/cprural/noticias/mostra/5916/comeca-a-valer-em-agosto-sistema-de-rastreabilidade-de-vegetais-frescos.html>. Acesso em: 10 dez. 2021.
- CAVALLERI, A.; MOUND, L.A.; LINDNER, M.F.; BOTTON, M.; MENDONÇA JUNIOR, M. S. Os Tripes do Brasil. 2018. Disponível em: <http://http://www.thysanoptera.com.br>

Acesso em: 26 jan. 2023.

CELLI, N. G. R.; ALMEIDA, L. M.; BASÍLIO, D. S.; CASTRO, C. F. The way to maturity: taxonomic study on immatures of Southern Brazilian Coccinellini (Coleoptera: Coccinellidae) species important in biological control. **Zoologia**, v. 38, e64154, 2021.

CHAKRABARTI, S. Revision of the Drepanosiphinae (Homoptera: Aphididae) from the Indian subregion. **Oriental Insects**, v. 22, n. 1, p. 1-86, 1988.

COLARICCIO, A.; CHAVES, A. L.R. Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface. Instituto Biológico, São Paulo - SP, n. 29, p.1-126, jul. 2017. ISSN 2594-6080.

CRUCES, L.; PEÑA, E.D.L.; DE CLERCQ, P. Seasonal phenology of the major insect pests of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and their natural enemies in a traditional zone and two new production zones of Peru. **Agriculture**, v. 10, n. 12, p. 644, 2020.

DELAIDE, B.; GODDEK, S.; GOTT, J.; SOYEURT, H.; JIJAKLI, M.H. Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. Sucrine) growth performance in complemented aquaponic solution outperforms hydroponics. **Water**, v. 8, p. 467, 2016.

DELAIDE, B *et al.* Plant and fish production performance, nutrient mass balances, energy and water use of the PAFF Box, a small-scale aquaponic system. **Aquacultural Engineering**, v. 78, p. 130-139, 2017.

DIETZGEN, R.G *et al.* Diversity and epidemiology of plant rhabdoviruses. **Virus Research**, v. 281, p. 197942, 2020.

DIXON, A.F.G *et al.* Why there are so few species of aphids, especially in the tropics. **The American Naturalist**, v. 129, n. 4, p. 580-592, 1987.

DIXON, A.F.G.; KINDLMANN, P.; JAROŠÍK, V. Body size distribution in aphids: relative surface area of specific plant structures. **Ecological Entomology**, v. 20, n. 2, p. 111-117, 1995.

DUNN, J. A. The use of endrin and other insecticides against lettuce root aphid, *Pemphigus bursarius* L. **Annals of Applied Biology**, v. 48, n. 2, p. 314-322, 1960.

EASTOP, V.F; COSTA, C.L.; BLACKMAN, R.L. Afídios brasileiros: III. Subfamília Drepanosiphinae. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 12, pág. 1349-1355, 1993.

EMERENCIANO, M.G.C. Aquaponia no Brasil: presente, passado e futuro! **Aquaculture Brasil**. Disponível em: <http://www.aquaculturebrasil.com/2019/08/14/aquaponia-no-brasil-passado-presente-e-futuro/>. Acesso em: 20 fev. 2020.

ETIENNE, J; RYCKEWAERT, P.; MICHEL, B. Thrips (Insecta: Thysanoptera) of Guadeloupe and Martinique: Updated check-list with new information on their ecology and natural enemies. **Florida Entomologist**, p. 298-304, 2015.

FAO. Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Small-scale aquaponic food production. 2014. 262p. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/topic/166292/en>. Acesso em: 14 dez. 2019.

FARIAS, E.S.; MORAIS, E.G. F.; PICANÇO, M.C.; MOREIRA, S.S.; CAMPOS, S.O.; BACCI, L. Mortalidade de *Brevicoryne brassicae* por chuva. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 29, n. 2, p.S883-S890, 2011.

FARSI, A.; KOICHEILI, F.; MOSSADEGH, M.S.; RASEKH, A.; TAVOOSI, M. Natural enemies of the currant lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri* (Mosely) (Hemiptera: Aphididae) and their population fluctuations in Ahvaz, Iran. **Journal of Crop Protection**, v. 3, n. 4, p. 487-497, 2014.

FERNANDES, W.C. Tripes em roseiras: identificação, monitoramento e controle químico. 2015. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Pós-Graduação em Agronomia / Fitotecnia, Fortaleza-CE, 2015.

FIGUEIREDO, J.P.; BÖHMER, J.; GUATIMOSIM, E. Estratégias de manejo visando o equilíbrio populacional de diferentes espécies de tripes (Thysanoptera). **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

GALLO, D.; NAKANO, O.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTE FILHO, E. B.; PARRA, J.R.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.E.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. 3. ed. Piracicaba/; FEALQ, 2002. p.920.

GARCIA-FILHO, E.; PINTO, M. J.A.; COSTA, J.E.B.; VILELA, L.C.; PACOTTE, M.R. Mapeamento e quantificação da cadeia produtiva das hortaliças. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil: Brasília: CNA, 2017. 79 p. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/publicacoes/mapeamento-e-quantifica%C3%A7%C3%A3o-da-cadeia-produtiva-das-hortali%C3%A7as>. Acesso em: 17 mar. 2023.

GEISENHOFF, L.O *et al.* Effect of different substrates in aquaponic lettuce production associated with intensive tilapia farming with water recirculation systems. **Engenharia Agrícola**, v. 36, p. 291-299, 2016.

GODDEK, S.; JOYCE, A.; KOTZEN, B.; BURNELL, G. M. Aquaponics Food Production Systems: Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the future. London, UK: **Springer Nature**, 2019. 620 p.

GOMEZ-POLO, P *et al.* Identification of Orius spp. (Hemiptera: Anthocoridae) in vegetable crops using molecular techniques. **Biological Control**, v. 67, n. 3, p. 440-445, 2013.

GOMEZ-POLO, P *et al.* Understanding trophic interactions of Orius spp. (Hemiptera: Anthocoridae) in lettuce crops by molecular methods. **Pest Management Science**, v. 72, n. 2, p. 272-279, 2016.

GUIMARÃES, J.A.; MICHEREFF, F.M.; LIMA, M.F. Guia para o manejo de pulgões e viroses associadas na cultura da alface. **Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, n. 120, 2019. 26 p.

HARTERREITEN-SOUZA, E.S *et al.* Seasonal fluctuation in the population of *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) and co-occurrence with other Coccinellids in the Federal District of Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 52, p. 134-140, 2012.

HICKEL, E.R.; DUCROQUET, J.P.H.J. Thrips associated to nectarine blossom in Santa

Catarina State. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 307-308, 1998.

HOLTZ, A.M. **Pragas das brássicas**. Colatina, ES: Instituto Federal do Espírito Santo/IFES, 2015. 230 p.

IMENES, S.L. Principais grupos de insetos pragas em plantas de interesse econômico. **O Biológico**, v. 64, n. 2, p. 235-238, 2002.

IMENES, S.L.; SINIGAGLIA, C.; RODRIGUES, N.J.; COLARICCIO, A.; VICENTE, M. Manejo integrado de pragas e doenças das culturas – Alface. **Manual Técnico, Secretaria da Agricultura e Abastecimento**. 2000. v.7, 51p.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 74, n. 1-3, p. 323-342, 1999.

JESUS, F.G. Resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Caliothrips phaseoli* (Hood.) (Thysanoptera: Thripidae). Dissertação (Mestrado em Agronomia: Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 83p. 2007.

JORDAN, R *et al.* Yield of lettuce grown in aquaponic system using different substrates. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 27-31, 2018.

JUNGE, R *et al.* Strategic points in aquaponics. **Water**, v. 9, n. 3, p. 182, 2017.

JÚNIOR, M.A *et al.* Dinâmica da flutuação populacional de afídeos alados (Hemiptera: Aphididae) em hortas urbanas. **Métodos e Técnicas para uma Agricultura Sustentável**, v. 2, n. 1, p. 242-250, 2021.

KASOZI, N *et al.* The complex microbiome in aquaponics: significance of the bacterial ecosystem. **Annals of Microbiology**, v. 71, n. 1, p. 1-13, 2021.

KÖNIG, B *et al.* Analysis of aquaponics as an emerging technological innovation system. **Journal of Cleaner Production**, v. 180, p. 232-243, 2018.

LENZ, G.L *et al.* Produção de alface (*Lactuca sativa*) em efluentes de um cultivo de tilápias mantidas em sistema BFT em baixa salinidade. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 4, p. 614-630, 2017.

LIMA, E.F.B. Thysanoptera: catálogo taxonômico da fauna do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 2019. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/316/>. Acesso em: 23 jan. 2023

LIMA, M.F.; MICHEREFF FILHO, M.; BOITEUX, L.S.; SUINAGA, F.A. Doença vira-cabeça em alface: Sintomatologia, transmissão, epidemiologia e medidas de controle. Embrapa: Circular Técnica 153, [s. l.], 2016. 16 p.

LIXA, A.T *et al.* Diversidade de Coccinellidae (Coleoptera) em plantas aromáticas (Apiaceae) como sítios de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 354-359, 2010.

- LOPES, F.S.C *et al.* Coccinelídeos predadores (Coleoptera: Coccinellidae) associados a *Phenacoccus solenopsis* em agroecossistemas de videira no Submédio São Francisco. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 26.; Congresso Latino-Americano de Entomologia, 9., 2016, Maceió. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2016. 1 p.
- LOVE, D.C *et al.* An international survey of aquaponics practitioners. **PLOS ONE**, v. 9, n. 7, p. e102662, 2014.
- LUNA-ESPINO, H.M.; JIMÉNEZ-PÉREZ, A.; CASTREJÓN-GÓMEZ, V.R. Assessment of *Chrysoperla comanche* (Banks) and *Chrysoperla externa* (Hagen) as biological control agents of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on tomato (*Solanum lycopersicum*) under glasshouse conditions. **Insects**, v. 11, n. 2, p. 87, 2020.
- MARCONATO, C. Peixe com alface. **Globo Rural**, v. 31, p. 56-58, 2016.
- MARQUES, H. L.A *et al.* Integrated freshwater prawn farming: state-of-the-art and future potential. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 24, n. 3, p. 264-293, 2016.
- MARTINELLI, G.C *et al.* Viabilidade econômica de sistema de aquaponia, no município de são José dos pinhais, paraná. **Encontro Internacional sobre Gestão Ambiental e Meio Ambiente**, v. 21, p. 1-17, 2019.
- MEDINA, M. *et al.* Assessing plant growth, water quality and economic effects from application of a plant-based aquafeed in a recirculating aquaponic system. **Aquaculture International**, v. 24, p. 415-427, 2016.
- MENDES, S. M.; BUENO, V. H.P. Biologia de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) alimentado com *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 423-428, 2001.
- MENDES, S.M *et al.* Type of prey influences biology and consumption rate of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera, Anthocoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, p. 99-103, 2002.
- MILANI, J. Sistema de aquaponia como ferramenta de educação ambiental. Tese (Pós-graduação Lato sensu em Meio Ambiente e Biodiversidade). Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2017, 19p.
- MILLÉO, J *et al.* Coccinelídeos (Insecta, Coleoptera) presentes em hortaliças (Ponta Grossa-Pr). Publicatio **UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v. 13, n. 02, 2007.
- MILLER, N.J *et al.* Population genetic structure of the lettuce root aphid, *Pemphigus bursarius* (L.), in relation to geographic distance, gene flow and host plant usage. **Heredity**, v. 91, n. 3, p. 217-223, 2003.
- MONTEIRO, R.C.; MOUND, L.A.; ZUCCHI, R.A. Espécies de *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae) de importância agrícola no Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 65-72, 2001.
- MONTEIRO, R.C.; MOUND, L.A.; ZUCCHI, R.A. Thrips (Thysanoptera) as pests of plant production in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, n. 3/4, p. 163-171, 1999.

- MORAES, R.C.B. de; HADDAD, M. de L. Software para análise faunística-ANAFU. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. Livro de resumos. Piracicaba: Sociedade Entomológica do Brasil, 2003. v.1, p.195.
- MORAIS, R. M.D; BARCELLOS, A.; REDAELLI, L.R. Insetos predadores em copas de *Citrus deliciosa* (Rutaceae) sob manejo orgânico no sul do Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 96, p. 419-424, 2006.
- MOUND, L. Thysanoptera biodiversity in the Neotropics. **Revista de Biología Tropical**, v. 50, n. 2, p. 477-484, 2002.
- MOUND, L.A. Thysanoptera: diversity and interactions. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 50, p. 247-269, 2005.
- MOUND, L.A.; TEULON, D.A.J. Thysanoptera as phytophagous opportunists. In: Thrips biology and management. **Springer**, Boston, MA, 1995. p. 3-19.
- MOUND, L.A.; TREE, D.J. Taxonomic problems with *Gynaikothrips* and related genera (Thysanoptera, Phlaeothripinae): the ficorum/uzeli complex and taxa endemic to Australia. **Zootaxa**, v. 5023, n. 4, p. 537-554, 2021.
- MOUND, L.A.; WANG, C.L.; OKAJIMA, S. Observations in Taiwan on the identity of the Cuban laurel thrips (Thysanoptera, Phlaeothripidae). **Journal of the New York Entomological Society**, p. 185-190, 1995.
- MOURA, A.P.; MICHEREFF-FILHO, M.; GUIMARÃES, J.A.; LIMA, M.F.; SCHMIDT, F.G.V.; SOUSA, N.C.M.; LOPES, L.H.R.; RIBEIRO, M.G.P.M.; SPECHT, A. Guia para identificação de pragas da alface. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2020 (Documentos 182).
- NAGATA, T *et al.* Transmission of chrysanthemum stem necrosis virus, a recently discovered tospovirus, by two thrips species. **Journal of Phytopathology**, v. 148, n. 2, p. 123-125, 1999.
- NAVARRO, P *et al.* Agenda de campo: "Áfidos associados ao cultivo de papa na região de La Araucanía". Boletim INIA N°439, 2021. 30 p. Disponível em: [https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/32958/INIA\\_2021\\_agenda\\_campo\\_afidos\\_cultivo\\_papa\\_regi%C3%B3n\\_araucan%C3%ADa.pdf?sequence=1](https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/32958/INIA_2021_agenda_campo_afidos_cultivo_papa_regi%C3%B3n_araucan%C3%ADa.pdf?sequence=1). Acesso em: 17 mar. 2023.
- NELSON, E.H *et al.* Syrphid flies suppress lettuce aphids. **BioControl**, v. 57, p. 819-826, 2012.
- NICHOLLS, C.I.; ALTIERI, M.A. Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 33, p. 257-274, 2013.
- NOOR, S *et al.* The composition of Aphidofauna (Hemiptera: Aphidoidea) and their hostplant range in Quetta, Pakistan. **Pure and Applied Biology (PAB)**, v. 9, n. 3, p. 2014-2024, 2020.
- OLIVEIRA, C.M *et al.* Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v. 56, p. 50-54, 2014.



- ONU. Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Agenda 2030. Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 06 out. 2022.
- PALM, H.W *et al.* Towards commercial aquaponics: a review of systems, designs, scales and nomenclature. **Aquaculture International**, v. 26, p. 813-842, 2018.
- PANIGRAHI, G.K.; PANDA, S.; PADHI, S.N. Aquaponics: An innovative approach of symbiotic farming. **International Journal of Bioassays**, v. 5, n. 09, p. 4808-4814, 2016.
- PANTANELLA, E.; CARDARELLI, M.; COLLA, G.; REA, E.; MARCUCCI, A. Aquaponics vs. hydroponics: production and quality of lettuce crop. In: **XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on 927**. 2010. p. 887-893.
- PARRA, J.R.P *et al.* Controle biológico: terminologia. Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. **São Paulo: Manole**, p. 1-16, 2002.
- PEREIRA, E.J.G *et al.* Seasonal mortality factors of the coffee leafminer, *Leucoptera coffeella*. **Bulletin of Entomological Research**, v. 97, n. 4, p. 421-432, 2007.
- PEREIRA, M.; MOURA, C.J.M. Entendendo alguns mecanismos de resistência a inseticidas tendo como exemplo o pulgão-verde *Myzus persicae* (SULZER, 1776) (HEMIPTERA: APHIDIDAE). **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6813-6839, 2021.
- PETREA, Ş. M *et al.* A study of nitrogen cycle in an integrated aquaponic system with different plant densities. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. **Animal Science & Biotechnologies**, v. 70, n. 1, 2013.
- PIKART, T.G.; SOUZA, G.K.; COSTA, V.A. Avaliação do potencial de *Thripastichus gentilei* (Hymenoptera: Eulophidae) como agente de controle biológico de *Pseudophyllothrips sp.* (Thysanoptera: Phlaeothripidae). In: XXV Reunião Anual do Instituto Biológico, 2012, São Paulo. O Biológico (Impresso). São Paulo: Instituto Biológico, 2012. v. 74. p. 132-132.
- PIMENTA, A.G *et al.* Análise faunística de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) em um sistema agroecológico de produção orgânica de hortaliças. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 27-27, 2020.
- PINHO, S.M *et al.* Effluent from a biofloc technology (BFT) tilapia culture on the aquaponics production of different lettuce varieties. **Ecological Engineering**, v. 103, p. 146-153, 2017.
- PRETORIUS, R.J.; VD M. LOUW, S.; VENTER, P. New record of Aphididae (Hemiptera) and Coccinellidae (Coleoptera) species associated with shadehouse-cultivated lettuce on a South African Highveld farm. **African Entomology**, v. 18, n. 2, p. 365-368, 2010.
- RAKOCY, J. E.; MASSER, M. P.; LOSORDO, T. M. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics—integrating fish and plant culture. **Southern Regional Aquaculture Center**, publication n. 454. 2006.
- RAKOCY, J.E. Aquaponics integrating fish and plant culture. In: TIDWELL, JH (Ed.). **Aquaculture Production Systems**. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2012. p. 344-386.

- RAMOS, M.A *et al.* Análise Faunística de Insetos Associados à Cultura do Quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] em Plantio Comercial, no Município de Canindé de São Francisco, SE, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 9, n. 2, p. 146-149, 2016.
- RIBEIRO, L.P.; SANTO RIGO, D.; COSTA, E. C. Ocorrência de inimigos naturais associados à artrópodes na cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) EM SANTA MARIA-RS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.
- RINEHART, L. Aquaponics - integration hydroponics with aquaculture. Diver S. NCAT Agriculture Specialist Published 2006. Updated by Lee Rinehart, NCAT Agriculture Specialist Published 2010. 28pp. Disponível em: [www.attra.ncat.org/attra-pub/PDF/aquaponic.pdf](http://www.attra.ncat.org/attra-pub/PDF/aquaponic.pdf) Acesso em: 15 de fev. 2020.
- ROCHA, A.F.; BIAZZETTI FILHO, M.L.; STECH, M.R.; SILVA, R.P. Lettuce production in aquaponic and biofloc systems with silver catfish *Rhamdia quelen*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, p. 64, 2017.
- RODRÍGUEZ, A *et al.* Aspectos a considerar sobre el control biológico. Proyecto demostrativo con implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo de banano. 2015. Disponível em: <https://www.agrotransfer.org/index.php/articulo-tecnico/771-proyecto-demostrativo-con-implementacion-de-buenas-practicas-agricolas-bpa-en-el-cultivo-del-banano>. Acesso em: 17 mar. 2023.
- SAMPAIO, W.M.S.; ALMEIDA, F.B. 2009. Lambari (*Astyanax bimaculatus*). In: Bicho da vez. n.10. Universidade Federal de Viçosa, Museu de Zoologia João Moojen. 3p.
- SANTOS, R.S. Primeiros registros de tripses (Thysanoptera: Thripidae) associados ao girassol no estado do Acre e Brasil. **Agrotropica**, v. 33, n. 3, p. 229-234, 2021.
- SCHADE, M.; SENGONCA, C. Entwicklung, Fraßleistung und Beutepräferenz von *Hippodamia convergens* Guer. -Men. (Col., Coccinellidae) mit *Thrips tabaci* Lind. (Thys., Thripidae) sowie zwei Aphidenarten als Beute. **Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz**, v. 71, n. 4, p. 77-80, 1998.
- SCHUBER, J. M. Natural enemies associated to aphids in peach orchards in Araucária, Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, p. 847-852, 2012.
- SEDIYAMA, M.A.N.; RIBEIRO, J.M.O.; PEDROSA, M.W. 2007. Alface (*Lactuca sativa* L.). In: PAULA JÚNIOR, TJ, VENZON, M (eds). 101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG. 2007. p. 53-62.
- SHAWKAT, A. L. B. *et al.* Occurrence of lettuce mosaic virus on lettuce in Iraq. **Mesopotamia Journal of Agriculture**, v. 17, n. 1, p. 79-93, 1982.
- SHRESTHA, G.; ENKEGAARD, A. The green lacewing, *Chrysoperla carnea*: Preference between lettuce aphids, *Nasonovia ribisnigri*, and western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. **Journal of Insect Science**, v.13, n.1, 2013. 94p.
- SILVA, A.R. Plano de amostragem de tripses em cultivos de alface. 2016. 25f. Dissertação (Mestrado em Defesa Sanitária Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.
- SILVA, D.C.D.; WOLFF, V.R.D.S.; PULZ, C.E.; SILVA, L.N.D; MEZZOMO, J.B.

Flutuação populacional das joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) ocorrentes num pomar cítrico com tratamentos culturais ecológicos, em Montenegro/RS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2007.

SILVA, R.A.; MICHELOTTO, M.D.; JORDÃO, A.L. Levantamento Preliminar de Pulgões no Estado do Amapá. Circular Técnica, Embrapa. Macapá. Nov. 2004. 11 p

SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R.C.; ZUCCHI, R.A.; MORAES, R.C.B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agricola**, v.52, p.9-15, 1995.

SILVEIRA, L.C.P *et al.* Percevejos predadores (*Orius* spp.) (Hemiptera: Anthocoridae) e tripses (Thysanoptera): interação no mesmo habitat?. **Revista Árvore**, v. 29, p. 767-773, 2005.

SILVIA, S.R.; SHIMAKURA, S.E. Interpretação do coeficiente de correlação. 2006. Disponível em: <http://leg.ufpr.br/~shimakur/CE003/node74.html>. Acesso em: 13 out. 2022.

SILVIE, P.; LEROY, T.; MICHEL, B.; BOURNIER, J.P. Manual de identificação dos inimigos naturais no cultivo do algodão. 74p. (Boletim Técnico, 35) Cascavel: Codetec/CIRAD, 2001.

SLIPINSKI, A. Australian ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae): their biology and classification. CSIRO publishing, 2013.

SOUZA, R.T.Y.B *et al.* Formação continuada de professores de ciências utilizando a Aquaponia como ferramenta didática. **Ciência & Educação**, v. 25, n. 2, p. 395-410, 2019.

SOUZA, T.S.D *et al.* Faunistic analysis and seasonal fluctuation of ladybeetles in an agro-ecological system installed for organic vegetable production. **Bioscience Journal**, v. 37, n. e37016, p. 1981-3163, 2021.

SRIDHAR, J *et al.* *Macrosiphum euphorbiae*: A new aphid vector (Aphididae: Hemiptera) of PVY<sub>o</sub> and PLRV on potato from north western hills of India. **Entomol Zool Stud**, v. 8, n. 2, p. 1341-1344, 2020.

STARÝ, P.; SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to 79 biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.51, p.107- 118, 2007.

SUJATHA, L.B. Pachaiyappa's college, PG & Research Department of Zoology. TRENDS IN AQUACULTURE, p. 70, 2022.

SUJII, E.R *et al.* **Práticas culturais no manejo de pragas na agricultura orgânica. Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica.** EPAMIG, Viçosa, p. 143-168, 2010.

THOMINE, E *et al.* Highly diversified crop systems can promote the dispersal and foraging activity of the generalist predator *Harmonia axyridis*. *Entomol. Gen*, v. 40, n. 2, p. 133-145, 2020.

TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. **Estudo dos insetos.** 7. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 766 p.

- TROCZKA, B. J *et al.* Molecular innovations underlying resistance to nicotine and neonicotinoids in the aphid *Myzus persicae*. **Pest Management Science**, v. 77, n. 12, p. 5311-5320, 2021.
- TSAI, J.H.; WANG, J.J. Effects of host plants on biology and life table parameters of *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, v. 30, n. 1, p. 44-50, 2001.
- TYSON, R.V.; TREADWELL, D.D.; SIMONNE, E.H. Opportunities and challenges to sustainability in aquaponic systems. **HortTechnology**, v. 21, n. 1, p. 6-13, 2011.
- UCHIDA, R. Essential nutrients for plant growth: nutrient functions and deficiency symptoms. **Plant nutrient management in Hawaii's soils**, v. 4, p. 31-55, 2000.
- VAN EMDEN, H.F.; HARRINGTON, R. Aphids as crop pests. **Wallingford**: CABI, 2007. 717 p.
- VAN WOENSEL, L.; ARCHER, G.; PANADES-ESTRUCH, L.; VRSCAJ, D. Ten technologies which could change our lives – potential impacts and policy implications. European Commission, Brussels, 2015. Disponível em: <http://www.ep.europa.eu/stoa/>. Acesso em: 22 jan. 2021.
- VIEIRA, H.G.L *et al.* Uso da *Landoltia punctata* e *Azolla foliculoides* na alimentação de tilápia e seu efeito na qualidade da água em aquaponia. *Revista Cultivando o Saber*, v. 13, n. 4, p. 103-116, 2020.
- VIEIRA, R.C.; DUARTE, L.S.; LIMA, E.F.B.; NORONHA, A.C.S. Tripes (Thysanoptera) em variedades de mandioca no estado do Pará. In: XVIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2021, Londrina. Livro de resumos XVIII Congresso Brasileiro de Mandioca. Cruz das Almas: EDUFRB, 2021.
- WAHOME, P.K. Recent advances in hydroponics production of horticultural crops: a review. UNESWA. **Journal of Agriculture (UJA)**, v. 18, p. 23-36, 2015.
- WILKINSON, T.K.; LANDIS, D.A. Habitat diversification in biological control: the role of plant resources. **Plant-Provided Food for Carnivorous Insects**, p. 305-325, 2005.
- WONGKIEW, S.; HUB, Z.; CHANDRAN, K.; LEE, J.W.; KHANALA, S.K. Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review. **Aquacultural Engineering**, v. 76, p. 9-19, 2017.
- YANES, A.; MARTINEZ, P.; AHMAD, R. Towards automated aquaponics: A review on monitoring, IoT, and smart systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 263, p. 121571, 2020.
- YOKOMI, R. K.; TANG, Y. Q. Host preference and suitability of two aphelinid parasitoids (Hymenoptera: Aphelinidae) for aphids (Homoptera: Aphididae) on citrus. **Journal of Economic Entomology**, v. 88, n. 4, p. 840-845, 1995.
- YUKI, V. A. Pulgões da alface. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 3., 2000, Mogi das Cruzes. [Anais...]. Campinas: Instituto Biológico, 2000. p. 79-86.

ZAWADNEAK, M.A.C *et al.* Olericultura: Pragas e inimigos naturais. Curitiba: Catalogação no Centro de Editoração, Documentação e Informação Técnica do SENAR-PR. p.70, 2015.

ZOU, Y *et al.* Effect of seasonal variation on nitrogen transformations in aquaponics of northern China. **Ecological Engineering**, v. 94, p. 30-36, 2016.

## CAPÍTULO 2 - LONGEVIDADE E REPRODUÇÃO DE *Eriopis connexa* (Germar, 1824) SOB DIETAS À BASE DE ESTRUTURAS FLORAIS

### RESUMO

As faixas de plantas floríferas em cultivos agrícolas disponibilizam o néctar e o pólen como fonte de alimento alternativo para inimigos naturais e atuam como abrigo para esses organismos. O consumo de recursos florais pode aumentar a sobrevivência dos adultos de coccinelídeos durante períodos de baixa disponibilidade de presas e melhorar a taxa de reprodução. No entanto, pouco se conhece sobre a relação de *Eriopis connexa* (Germar, 1824) e recursos alimentares que possam promover a sua conservação no agroecossistema e auxiliar no controle biológico conservativo. Com objetivo de gerar informações que auxiliem na implantação de estratégias de controle biológico conservativo, neste trabalho estudou-se alguns aspectos biológicos da joaninha *E. connexa*, em condições de laboratório. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia e Controle Biológico (LECB) em Ribeirão Preto, SP, sob temperatura de 25°C e UR de 70±10% e fotofase de 12 horas, durante o período de abril a setembro de 2022. A longevidade e a fecundidade de *E. connexa* foram avaliadas quando essa espécie alimentou-se das dietas à base de flores das plantas flor-de-mel (*Lobularia maritima* Linnaeus, 1753), trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench, 1794), manjerição (*Ocimum basilicum* Linnaeus, 1753), losna-branca (*Parthenium hysterophorus* Linnaeus, 1753) e nabo-forageiro (*Raphanus sativus* Linnaeus, 1753). Verificou-se que a dieta à base de flores de manjerição, nabo-forageiro, trigo-mourisco ou flor de mel prolongam a longevidade de *E. connexa*, mas sua longevidade não aumenta ao ser alimentada com a dieta composta de flor de losna-branca. *Eriopis connexa* não apresenta fecundidade quando suprida com as dietas floríferas.

**Palavras-chave:** controle-biológico, predador, presa, joaninha, sobrevivência.

## ABSTRACT

Flower strips in crops provide nectar and pollen as an alternative food source for natural enemies and act as shelter for these organisms. Consumption of floral resources can increase the survival of coccinellid adults during periods of low prey availability and improve the reproduction rate of these predatory species. However, little is known about the relationship between the ladybug *Eriopsis connexa* (Germar, 1824) and food resources that can promote its conservation in the agroecosystem and consequently increase its efficiency as a biocontrol agent in a conservative biological control program. In order to generate information that helps in the implementation of strategies of conservative biological control, we studied some biological aspects of *E. connexa*, under laboratory conditions. The experiments were conducted in the Laboratory of Entomology and Biological Control (LECB) in Ribeirão Preto, SP, under a temperature of 25°C, relative humidity (70±10%), and photophase (12 hours), during the period from April to September 2022. The longevity and fecundity of *E. connexa* were evaluated when this species fed on the flower-based diets of sweet alyssum (*Lobularia maritima* Linnaeus, 1753), buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench, 1794), common basil (*Ocimum basilicum* Linnaeus, 1753), wild wormwood (*Parthenium hysterophorus* Linnaeus, 1753) and the radishes (*Raphanus sativus* Linnaeus, 1753). The diet based on common basil, radishes, buckwheat, or sweet alyssum prolongs the longevity of *E. connexa*, but its longevity does not increase when fed on a diet composed of wild wormwood flowers. *Eriopsis connexa* does not lay eggs when fed on flowering diets.

**Keywords:** biological-control, predator, prey, ladybug, survival.

## 2. INTRODUÇÃO

Em consideração ao aumento gradativo da população mundial e a consequente necessidade de incremento na produção de alimentos há preocupação crescente no Brasil e no mundo com o uso excessivo de defensivos agrícolas para controlar pragas em culturas agrícolas (CONTE, 2021; LYKOGIANNI, 2021). Como resultado, existe interesse considerável no emprego de táticas ecológicas para o controle de pragas, como o controle biológico conservativo (VENZON *et al.*, 2021).

O controle biológico conservativo, tecnologia fundamental para o manejo sustentável de pragas, consiste em intervenções nos agroecossistemas para aumentar a sobrevivência, fecundidade, longevidade e a eficiência de inimigos naturais. A conservação de inimigos naturais é alcançada por meio de táticas de manejo do habitat, que ao proporcionar recurso alimentar, como pólen, presas e/ou hospedeiros alternativos e abrigo para predadores e parasitoides proporcionam maior abundância e diversidade desses inimigos naturais (GONTIJO, 2019; LANDIS *et al.*, 2000).

Desta forma, pesquisas têm sido direcionadas para estudos sobre táticas potenciais de aumento da diversidade vegetal no agroecossistema, com abordagem dos efeitos de espécies de plantas floríferas sobre o comportamento dos insetos (TOOKER *et al.*, 2006; FIEDLER & LANDIS, 2007; MICHAUD *et al.*, 2009; CARRIE *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2020).

Estudos mostraram que além de servir de abrigo para espécies predadoras as flores podem disponibilizar o néctar e o pólen como fonte de alimento alternativo. O plantio de plantas floríferas nos campos agrícolas pode atrair e beneficiar parasitoides e predadores, melhorando de maneira significativa o controle biológico, aumentando a sobrevivência, o desenvolvimento e a reprodução de inimigos naturais quando a presa, classificada como alimento essencial, é escassa ou inexistente (FIEDLER *et al.*, 2008; LUNDGREN, 2009; HAALAND *et al.*, 2011; PAN *et al.*, 2019; DAMIEN *et al.*, 2020).

Entre a diversidade de inimigos naturais, os besouros (Coleoptera: Coccinellidae) conhecidos popularmente como joaninhas se destacam como predadores polípagos que alimentam-se de pulgões, ácaros, moscas-brancas, cochonilhas, pulgões, psilídeos em ecossistemas agrícolas (IPERTI, 1999; HODEK *et al.*, 2012).

Segundo Hatt *et al.* (2019a) os ecossistemas agrícolas tendem a abrigar diversidade de joaninhas em habitats naturais, quando as flores estão em abundância indicando, que a disponibilidade floral pode desempenhar papel positivo no crescimento populacional desses entomófagos.



Portanto, compreender o papel das flores sobre a longevidade e fecundidade dos coccinelídeos é uma etapa essencial para o manejo de agroecossistemas visando no aumento e conservação de populações desses predadores para o controle biológico de pragas (OBRYCKI *et al.*, 2009; GURR *et al.*, 2017). É fundamental que sejam realizadas pesquisas para melhor compreender a alimentação desses insetos benéficos em diferentes ambientes e condições. Os resultados desses estudos podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes de controle biológico conservativo.

Devido à sua elevada capacidade de predação, forrageamento, polifagia e resistência a inseticidas, além de sua fácil criação em laboratório e ocorrência comum em culturas agrícolas, a espécie nativa da América do Sul, *E. connexa*, é considerada um potencial agente de controle biológico entre os Coccinellidae. (MILLER, 1995; OLIVEIRA *et al.*, 2004; SARMENTO *et al.*, 2007; FOGEL, 2012; SILVA *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2017; RIMOLDI, 2017; DRIESCHE *et al.*, 2018; MATOS, 2020; MATOS *et al.*, 2022).

Com o objetivo de gerar informações que auxiliem na implantação de estratégias de controle biológico conservativo, neste trabalho estudou-se alguns aspectos biológicos da *E. connexa* em condições de laboratório.

## 2.1 OBJETIVOS

### 2.1.1 Objetivo geral

Avaliar aspectos biológicos de *Eriopis connexa* sobre plantas floríferas em laboratório.

### 2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar em laboratório a capacidade de *Eriopis connexa* sobreviver com dieta floral na ausência de presas;
- Determinar em laboratório a capacidade de *Eriopis connexa* reproduzir com dieta floral;
- Determinar a longevidade de *Eriopis connexa* em resposta à dieta floral;
- Determinar a massa corporal de *Eriopis connexa* em resposta à dieta floral.

## 2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.2.1 Cultivo de plantas floríferas como tática de conservação de Coccinellidae

Embora grande proporção da cobertura do solo seja ocupada pela monocultura, países como os Estados Unidos, Nova Zelândia, Austrália e Brasil tem definido esquemas agroambientais que promovam o estabelecimento de habitats seminaturais para o fornecimento de recursos adicionais para o aumento da biodiversidade. Nos últimos anos, com o avanço do controle biológico natural, houve aumento significativo no número de estudos sobre a influência do uso de faixas de flores na conservação de inimigos naturais nos agroecossistemas, principalmente de parasitoides e predadores (BARBOSA *et al.*, 2011; WOLF.,2018).

Pesquisas sobre as diferentes disposições de cultivo de faixas de plantas floríferas para aumentar a biodiversidade em agroecossistemas estão cada vez mais estabelecidas, como por exemplo, a utilização de faixas de plantas floríferas cultivadas entre culturas agrícolas; o cultivo aleatório de plantas floríferas distribuídas pelas áreas de cultivos; ou até mesmo em seu entorno (MARSHALL & MOONEM, 2002; JACOT *et al.*, 2006; BARBOSA *et al.*, 2011; BUHK, 2018; BOETZL *et al.*, 2021; ECCARD, 2022).

Halland *et al.* (2011) e Sutter *et al.* (2018) relataram que diversidade e abundância de insetos em faixas de plantas floríferas é maior do que no habitat de cultivo e que grupos de insetos respondem de forma diferente às características particulares de cada faixa de floríferas. Estudos tem mostrado que as plantas floríferas atraem e abrigam espécies de coccinelídeos. Nos Estados Unidos, no estado do Colorado, Patt *et al.* (1997) estudaram a influência do consórcio de berinjela (*Solanum melongena* Linnaeus, 1753) com coentro (*Coriandrum sativum* Linnaeus, 1753) e/ou endro (*Anethum graveolens* Linnaeus, 1753) sobre a ação de inimigos naturais no controle do besouro da batata *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824. Os autores destacaram a ocorrência de maior número de joaninhas em berinjela consorciada em relação ao monocultivo. Esses predadores foram mais abundantes nas áreas com endro, os autores relacionaram a ocorrência do predador com as características particulares de cada flor.

Na Alemanha, Sengonca *et al.* (2002) constataram que a presença da planta florífera erva-de-são-marcos (*Tanacetum vulgare* Linnaeus), juntamente com Artemísia (*Artemisia vulgaris* Linnaeus, 1753) e urtiga-comum (*Urtica dioica* Linnaeus, 1753) adjacentes à cultura de alface *L. sativa* promoveram o aumento populacional de larvas e adultos de joaninhas. Em consequência ao aumento na densidade desses besouros predadores, ocorreu decréscimo significativo das populações dos pulgões *M. persicae*, *N. ribisnigri* e *M. euphorbiae*.

No Brasil Resende *et al.* (2010), registraram abundância e diversidade de joaninhas, em total de 25 espécies, no consórcio de couve (*Brassica oleracea* Linnaeus, 1753) e coentro (*C. sativum*) em cultivo orgânico, com destaque para a visitação frequente de *C. sanguinea*, seguida por *E. connexa* e *H. convergens* às inflorescências de coentro.

Já na República Tcheca, KOPTA *et al.* (2012), compararam sete espécies de plantas floríferas, endro (*A. graveolens*), margarida (*Calendula officinalis* Linnaeus, 1753), botão-de-solteiro (*Centaurea cyanus* Linnaeus, 1753), trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench, 1794), funcho (*Foeniculum vulgare* Miller), cravo-de-defunto (*Tagetes patula* Linnaeus, 1753) e feijão-fava (*Vicia faba* Linnaeus, 1753), quanto à atratividade a inimigos naturais, como joaninhas, sirfídeos, microvespas e percevejos predadores. De acordo com os pesquisadores, *A. graveolens*, *C. cyanus*, *C. officinalis*, *F. vulgare* e *F. esculentum* foram as plantas mais atrativas para os inimigos naturais.

Para determinar o efeito do manejo de habitat sobre a diversidade e abundância de coccinelídeos na cultura do milho doce, *Zea mays* Linnaeus, 1753, Sedlacek *et al.* (2012) cultivaram essa poácea acompanhada de bordaduras de pastagem; trigo-mourisco (*F. esculentum*), girassol anão (*Heliathus annuus* Linnaeus, 1753), e bordadura de pastagem não cortada, que constituíram três tratamentos. Os pesquisadores relataram que *Coleomegilla maculata* (De Geer, 1775) foi abundante em campos de milho circundado por faixas da planta florífera trigo-mourisco, comparados com faixas de pastagem ou pela cultura de girassol.

Na Suíça, Tschumi *et al.* (2014) avaliaram o desempenho de faixas de plantas floríferas semeadas experimentalmente para atração de inimigos naturais de pulgões em culturas de trigo. Essa tática conhecida por “faixa de flores direcionada foi constituída pelas espécies vegetais silvestres falsa-camomila (*Anthemis arvensis* Linnaeus, 1753), cerefólio (*Anthriscus cerefolium* Linnaeus, 1753), botão-de-solteiro (*C. cyanus*), papoila-brava (*Papaver rhoeas* Linnaeus, 1753) e pelas aromáticas, endro (*A. graveolens*), coentro (*C. sativum*), trigo-mourisco (*F. esculentum*). Os autores relataram incremento na abundância dos principais inimigos naturais de pulgões como sirfídeos, crisopídeos e joaninhas em faixas de cultivo de plantas floríferas direcionadas em comparação com faixas de controle (faixas de flores silvestres não direcionadas).

No Canadá, Boisclair *et al.* (2014), durante um estudo de três anos analisaram a atratividade de dez espécies de plantas floríferas à inimigos naturais, com foco em coccinelídeos predadores. As capturas de coccinelídeos foram maiores em cravo-de-defunto (*T. patula*), capuchinha (*Tropaeolum majus* Linnaeus, 1753), cosmos (*Cosmos bipinnatus* Cavanilles, 1791) e parcelas de erva-dos-carpinteiros (*Achillea millefolium* Linnaeus, 1753), indicando que

as seleções de espécies de plantas floríferas devem ser usadas em estratégias de manejo populacional de insetos-praga. As três espécies de coccinelídeos dominantes no local experimental foram: *C. maculata*, *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) e *Propylea quatuordecimpunctata* Linnaeus, 1758.

Estudos no Reino Unido em campos de trigo de inverno registraram que coccinelídeos adultos foram coletados em maior número em parcelas contendo recursos florais coentro (*C. sativum*), pastinaca (*Pastinaca sativa* Linnaeus, 1753), âmio-maior (*Ammi majus* Linnaeus, 1753), trigo-mourisco (*F. esculentum*), lâmio-roxo (*Lamium purpureum* Linnaeus, 1753), falsa-camomila (*Anthemis arvensis* Linnaeus, 1753), botão- de-solteiro (*C. cyanus*) e flor-de-mel (*L. maritima*). Os autores, Ramsden *et al.* (2015) destacaram que para Coccinellidae onívoros, o pólen constitui parte importante de sua dieta quando os pulgões estão em escassez.

Shrestha *et al.* (2019) em Missouri, EUA, registraram maior abundância de ovos e larvas do coccinelídeo predador *C. maculata* em cultivo-armadilha na presença de plantas insetárias, que são constituídas por plantas com flores que são incorporadas em ecossistemas agrícolas para atrair e aumentar a atividade ou densidade de artrópodes benéficos em culturas de rendimento, em comparação aos cultivos-armadilha sem plantas insetárias. Durante o trabalho foram consorciadas duas espécies de plantas consideradas insetárias: flor-de-mel (*L. marítima*) e trigo-mourisco (*F. esculentum*) isoladamente ou em combinação; uma mistura de cultura armadilha de mostarda poderosa (*Brassica juncea* (L.) Czern.,1859), couve russa vermelha (*Brassica oleracea* (Linnaeus, 1753) var. *acephala*) e couve brilhante (*Brassica oleracea* var. *italica*), e cultura comercial de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*).

Na Espanha, Rodríguez-Gasol (2019), avaliou a eficácia de uma faixa floral composta por quatro espécies de plantas [erva-dos-carpinteiros (*A. millefolium*), flor-de-mel (*L. maritima*), *Moricandia arvensis* (Linnaeus, 1753) e mostarda-branca (*Sinapis alba* Linnaeus, 1753)], colocada na borda de quatro pomares de macieiras para atrair inimigos naturais dos pulgões *Dysaphis plantaginea* (Passerini, 1860) e *Eriosoma lanigerum* (Hausmann, 1802). Os resultados mostraram que a implantação de uma margem floral na borda de pomares de macieira atrai predadores Syrphidae, Thysanoptera, Araneae, Heteroptera, Coleoptera e parasitóides.

Em estudos no Nepal, Tiwari & Sharma (2020) estabeleceram o cultivo da planta flor-de-mel (*L. marítima*) em campo de rabanete para incrementar o controle biológico de pragas. Durante o estudo, inimigos naturais das famílias de Syrphidae, Coccinellidae, Carabidae, Staphylinidae, Formicidae, Lycosidae e Ichneumonidae foram capturados e estes apresentaram-se significativamente mais abundantes nas parcelas de rabanete consorciadas com plantas de flor-de-mel do que as parcelas de controle (cultivo de rabanete na ausência de plantas floríferas).

### 2.2.2 Influência de diferentes recursos florais sobre a longevidade e fecundidade de Coccinellidae

Os besouros da família Coccinellidae apresentam ampla preferência alimentar; pelo menos três grupos principais de hábitos alimentares são reconhecidos: predação (zoofagia), fitofagia e micofagia (GIORGI *et al.*, 2009). Porém, para esses insetos predadores, a presa, muitas das vezes não se constitui como única fonte de recurso fundamental para sobrevivência e reprodução.

Estudos têm demonstrado que plantas floríferas presentes em agroecossistemas atuam como abrigo para inimigos naturais. O néctar e o pólen das flores dessas plantas hospedeiras constituem fonte de alimento alternativo tanto para insetos predadores como para parasitoides, quando a presa, classificada como alimento essencial está presente, escassa ou inexistente. Com abundância de recursos florais a taxa de sobrevivência dos inimigos naturais é maior devido ao incremento no volume de reservas alimentares para o inverno. Pesquisas também relataram melhoria no desenvolvimento e reprodução desses insetos (FIEDLER *et al.*, 2008; LUNDGREN, 2009; HAALAND *et al.*, 2011; HODEK *et al.*, 2012; PAN *et al.*, 2019; DAMIEN *et al.*, 2020).

Em levantamento bibliográfico sobre os hábitos alimentares de Coccinellidae, Giorgi *et al.* (2009) destacaram que o pólen, *honey-dew* e néctar constituem alimento significativo, se não essencial, para a maioria dos coccinelídeos. Em meio a esse contexto, segundo os autores, dada à importância das joaninhas no controle biológico, o registro dos hábitos alimentares tem recebido destaque, no entanto, ainda há pouca compreensão sobre os hábitos alimentares de muitas espécies de Coccinellidae.

Berkvens *et al.* (2008) determinaram o potencial da joaninha asiática *H. axyridis* em desenvolver e reproduzir quando provida com pólen e na ausência de presas. As três dietas testadas consistiram de ovos de *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879, pólen de abelha úmido congelado ou uma mistura uniforme dos dois, proporcionaram o desenvolvimento e reprodução da joaninha. Os autores sugeriram que a exploração de pólen e outros alimentos vegetais em épocas de escassez de presa proporciona vantagem competitiva adicional para o coccinelídeo *H. axyridis* sobre as joaninhas européias nativas que compartilham o mesmo nicho. Por sua vez, os autores destacaram que o pólen raramente é suficiente como alimento alternativo em algumas espécies (*A. bipunctata*, *H. convergens*, *C. maculata*, *H. axyridis*) para sustentar o desenvolvimento larval e para a oogênese.

A influência da alimentação, constituídas por flores das espécies de plantas floríferas

língua-de-barba-peluda (*Penstemon hirsutus* (L.) Willd, 1800), bálsamo-de-abelha (*Monarda fistulosa* Linnaeus, 1753), raiz de Culver (*Veronicastrum virginicum* (L.) Farw, 1921), varas-de-ouro (*Solidago juncea* Aiton, 1789), cardinal azul (*Lobelia siphilitica* Linnaeus, 1753), *Silphium terebinthinaceum* Jacq, 1770, hissopo-gigante-amarelo (*Agastache nepetoides* (L.) Kuntze, 1891), cenoura-brava (*Daucus carota* Linnaeus, 1753), trevo-vermelho (*Trifolium pratense* Linnaeus, 1753), sobre três inimigos naturais, foram avaliadas por Walton & Isaacs (2011). Esses autores relataram que a longevidade de *Hippodamia convergens*, *Orius insidiosus* Say, 1832 e *Aphidius colemani* (Viereck, 1912) foi prolongada quando foram providos com dietas com flores de plantas de *M. fistulosa*, *S. juncea* e *D. carota*.

Recursos florais do coentro (*C. sativum*), foram testados quanto ao desenvolvimento e a reprodução de *E. connexa*. Para os adultos, utilizaram-se três tratamentos: água destilada, flores de coentro e, flores de coentro e ninfas do pulgão *M. persicae*. Os autores observaram que o fornecimento de recursos florais de coentro não proporcionou que as fêmeas realizassem posturas, o que evidenciou a necessidade da presa para ocorrer a ovoposição. Durante períodos de escassez de presas em laboratório, parte da população de *E. connexa* sobreviveu se alimentando de recursos florais de coentro (RESENDE *et al.*, 2015).

Togni *et al.* (2016) observaram que dieta constituída por flores de coentro (*C. sativum*) aumentou a sobrevivência de fêmeas de *C. sanguinea*, no entanto, a ovoposição somente ocorreu quando fêmeas do coccinelídeo foram providas com pulgões em suas dietas. Os pesquisadores sugeriram que adultos de *C. sanguinea* se aproximam de plantas de coentro próxima à floração e então utilizam o pólen e/ou néctar como alimento complementar antes que pulgões se tornem disponíveis.

Em laboratório, D' Ávila *et al.* (2017) avaliaram se flores de plantas apiáceas, endro (*A. graveolens*) e coentro (*C. sativum*), na presença e ausência de presas alternativas [ovos de *E. kuehniella* ou larvas de *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830)] ou um alimento artificial (solução aquosa de mel), proporcionam sobrevivência e desenvolvimento de *C. maculata*. Como resultado, adultos de *C. maculata* sobreviveram alimentando-se desses alimentos, porém, não houve ocorrência de ovoposição. Os recursos alimentares das duas espécies apiáceas produziram adultos com maior massa fresca apenas quando associados a ovos de *E. kuehniella*. Os pesquisadores ressaltaram que o hábito zoofitófago de *C. maculata* deve ser considerado em programas de controle biológico de conservação visando o uso desta espécie de joaninha no controle de pragas agrícolas.

Para avaliar a qualidade nutricional de diferentes flores como fonte de alimento para o desenvolvimento de *H. axyridis*, Wolf *et al.* (2018) testaram dietas contendo apenas flores ou

dietas constituídas por flores das espécies vegetais papoila-brava (*P. rhoeas*), malmequer-dos-campos (*Calendula arvensis* Linnaeus, 1763), mostarda-dos-campos (*Sinapis arvensis* Linnaeus, 1763) e botão-de-solteiro (*C. cyanus*) com a adição de lagartas de *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833). Algumas das larvas de *H. axyridis* que foram supridas com as dietas contendo flores e lagartas de *S. littoralis* atingiram o estágio de pupa ou adulto. As espécies de flores influenciaram significativamente a sobrevivência, com destaque para a dieta contendo flores de *C. cyanus* mais lagartas de *S. littoralis* a qual proporcionou desenvolvimento larval significativamente maior para *H. axyridis* do que combinações com qualquer uma das outras espécies floríferas.

Estudos avaliando a quantidade de flores disponíveis para a alimentação das joaninhas também foram realizados. HATT & OSAWA (2019) testaram se a alimentação a base de flores de plantas de perilla coreana (*Perilla frutescens* (L.) Britton, 1894) ocasiona aumento da longevidade e da fecundidade em *H. axyridis*. Os tratamentos utilizados foram ovos de *E. kuehniella* fornecidos diariamente (apenas presa), cinco flores de *P. frutescens* fornecidas diariamente (apenas flores) e um *mix* contendo ovos de *E. kuehniella* e cinco flores de *P. frutescens* fornecidas diariamente, ou seja, presa + flor. A longevidade de *H. axyridis* alimentada com cinco flores foi significativamente maior do que para aquelas joaninhas que foram supridas com apenas uma flor. O número de ovos e a frequência de oviposição em *H. axyridis* alimentada com dieta constituída por flores mais presas, assim como dieta contendo apenas a presa, foram significativamente maiores do que para aqueles indivíduos de *H. axyridis* alimentados somente com flores.

Para determinar o efeito de dietas sobre o desenvolvimento, longevidade e fecundidade de *Adalia bipunctata* Linnaeus, 1758, He & Sigsgaard (2019) avaliaram em laboratório dietas contendo flores de endro (*Anethum graveolens* Linnaeus, 1753), trigo-mourisco (*F. esculentum*) e mostrada-branca (*S. alba*). Os autores observaram que as dietas constituídas por flores aumentaram a longevidade de *A. bipunctata*, porém, a fecundidade foi ausente. Os adultos viveram mais tempo quando providos com flores de *A. graveolens* (65 dias) e *F. esculentum* (56 dias) do que em flores de *S. alba* (10 dias). Dietas exclusivas de estruturas florais não proporcionaram reprodução a *A. bipunctata*, mas plantas com flores podem prolongar a longevidade dos adultos consideravelmente quando as presas estão ausentes.

Wang *et al.* (2020), avaliaram a longevidade, consumo de presas, peso e fecundidade da joaninha *H. axyridis* sobre quatro plantas floríferas, ervilhaca (*Vicia sativa* Linnaeus, 1753), trigo-mourisco (*F. esculentum*), coentro (*C. sativum*) e margarida (*C. officinalis*). Em condições de laboratório, o fornecimento de flores de *V. sativa*, *F. esculentum* e *C. sativum* ocasionou



aumento significativo na longevidade de *H. axyridis*. Somente a dieta contendo flores de *F. esculentum* reduziu significativamente a perda de massa diária de fêmeas adultas. A presença de *C. sativum* proporcionou aumento na fecundidade de *H. axyridis*, enquanto a presença de *C. officinalis* ocasionou diminuição na fecundidade da joaninha. De acordo com os autores as dietas contendo flores de *V. sativa*, *F. esculentum* e de principalmente *C. sativum* mostraram benefícios na sobrevivência e/ou reprodução de *H. axyridis* e destacaram que essas espécies vegetais podem ser empregadas para diversificar agroecossistemas para impulsionar o controle biológico.

A atividade de vôo de *H. convergens* alimentada com recursos florais foi estudada por Stowe *et al.* (2021a). Durante o estudo os pesquisadores testaram se a dieta onívora contendo recursos florais (mel diluído e pólen de abelha) interage com o tamanho do corpo de adultos de *H. convergens*. Os autores determinaram se essa dieta influencia a reprodução e o comportamento de vôo de *H. convergens* em comparação com a dieta contendo apenas presas. Segundo esses pesquisadores, os recursos florais aumentaram a fecundidade, mas não a atividade de vôo do coccinelídeo.

Stowe *et al.* (2021b), estudaram os benefícios da onivoria em relação à reprodução de *H. convergens*. Os recursos vegetais suplementares (açúcares, pólen e folhas de plântulas de trigo) e pequenas quantidades de presas alternativas, ovos de *E. kuehniella* foram fornecidos juntos, mesmo quando a presa essencial, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), era fornecida *ad libitum*. Como resultado observou-se que as joaninhas supridas com dieta onívora alcançaram o mesmo sucesso reprodutivo que aquelas que foram alimentadas com dieta única (apenas ovos de *E. kuehniella*). Segundo os autores esses resultados indicam que os recursos vegetais suplementares são consumidos por larvas de *H. convergens* mesmo quando as presas estão disponíveis *ad libitum*, ou seja, não apenas na ausência de presas.

### **2.2.3 *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae)**

Composta por aproximadamente 6.000 espécies, os Coccinellidae estão presentes no mundo inteiro (BOUCHARD *et al.*, 2017). Dentre esses inúmeros espécimes, *Eriopis connexa* (GERMAR, 1824) está entre as principais espécies de joaninhas predadoras do Brasil (GASSEN, 1986; SILVIE *et al.*, 2001). No país, registros indicam a ocorrência de *E. connexa* nos estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (GONZÁLEZ, 2007).

*Eriopis connexa* na fase adulta possui 6 mm de comprimento e 3 mm de largura e apresenta cores vibrantes, geralmente manchas laranjas ou amarelos sobre fundos negros

(MONTES, 1970), cores essas que são presentes nos coccinelídeos também funcionam como defesa, ao indicar um alerta aos seus predadores de que podem ser tóxicas (ARENAS *et al.*, 2015). Segundo Silva *et al.* (2021) as fêmeas são maiores que os machos, porém, a espécie não apresenta dimorfismo sexual.



**Figura 5.** (A) Ovos de *E. connexa* em folhas de papel sulfite; (B) Adulto de *E. connexa* caminhando sobre folha de trigo-mourisco (*F. esculentum*). Fonte: SILVA (2022).

*Eriopis connexa* apresenta metamorfose completa, ou seja, passa pelas fases evolutivas de ovo, larva, pupa e adulto (MONTES, 1970). As fêmeas ovipositam entre 20 a 25 ovos por postura, os ovos são de coloração amarela e formato oval, que levam aproximadamente 3 dias para eclosão (Figura 5). As larvas apresentam hábito canibal e logo após a emergência alimentam-se dos ovos inférteis, nesse estágio possuem cor castanha clara e de corpo alongado, passando por quatro estágios larvais antes de atingir a fase adulta (FOGEL, 2012). A larva do quarto estágio que se destaca pela excelente capacidade predatória (GYENGE, 1998; OLIVEIRA, 2004; SILVA, 2010; SANTOS, 2016), possui aproximadamente 7 mm de comprimento e 2,5 mm de largura, de cor cinza escuro com manchas laranjas em diferentes partes do corpo. O período larval dura em média 10 dias e a fase de pupa o período de quatro dias. Durante a fase de pupa a joaninha para de se movimentar, permanecendo imóvel e fixa ao substrato por seu último segmento abdominal (FOGEL, 2012).

Pertencente à subfamília Coccinellinae, a qual possui como principal presa insetos pertencentes à família Aphididae (GORDON, 1985), esses predadores são polívoros podendo sobreviver alimentando-se de presas, que vão desde ovos de alguns lepidópteros até outros artrópodes (CRUZ, 2007; SILVA *et al.*, 2013). Devido ao hábito alimentar bastante diversificado *E. connexa* é um eficiente predador, tanto na fase larval e quanto na fase adulta

(SARMENTO *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2009).

Larvas e adultos de *E. connexa* foram observados predando várias espécies de artrópodes-praga, incluindo pulgão do trigo *Diuraphis noxia* (Kurdjumov, 1913), o pulgão-gigante-do-pinus, *Cinara atlantica* (Wilson, 1919), a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) em milho e sorgo, psilídeo *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell, 1890); os ácaros *Tetranychus evansi* (Baker & Pritchard, 1960), *Tetranychus urticae* (Koch, 1936), *Tetranychus ogmophallos* (Ferreira & Flechtmann, 1997) (MILLER, 1995; OLIVEIRA *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2013; DRIESCHE *et al.*, 2018; MATOS *et al.*, 2022).

## 2.3 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.3.1 Local de estudo

Os aspectos biológicos de *E. connexa* sobre plantas floríferas foram realizados no LECB em Ribeirão Preto, SP.



**Figura 6.** Laboratório de Entomologia e Controle Biológico (LECB), do Instituto Biológico, Ribeirão Preto SP. Fonte: SILVA (2022).

### 2.3.2 Criação de *Eriopsis connexa*

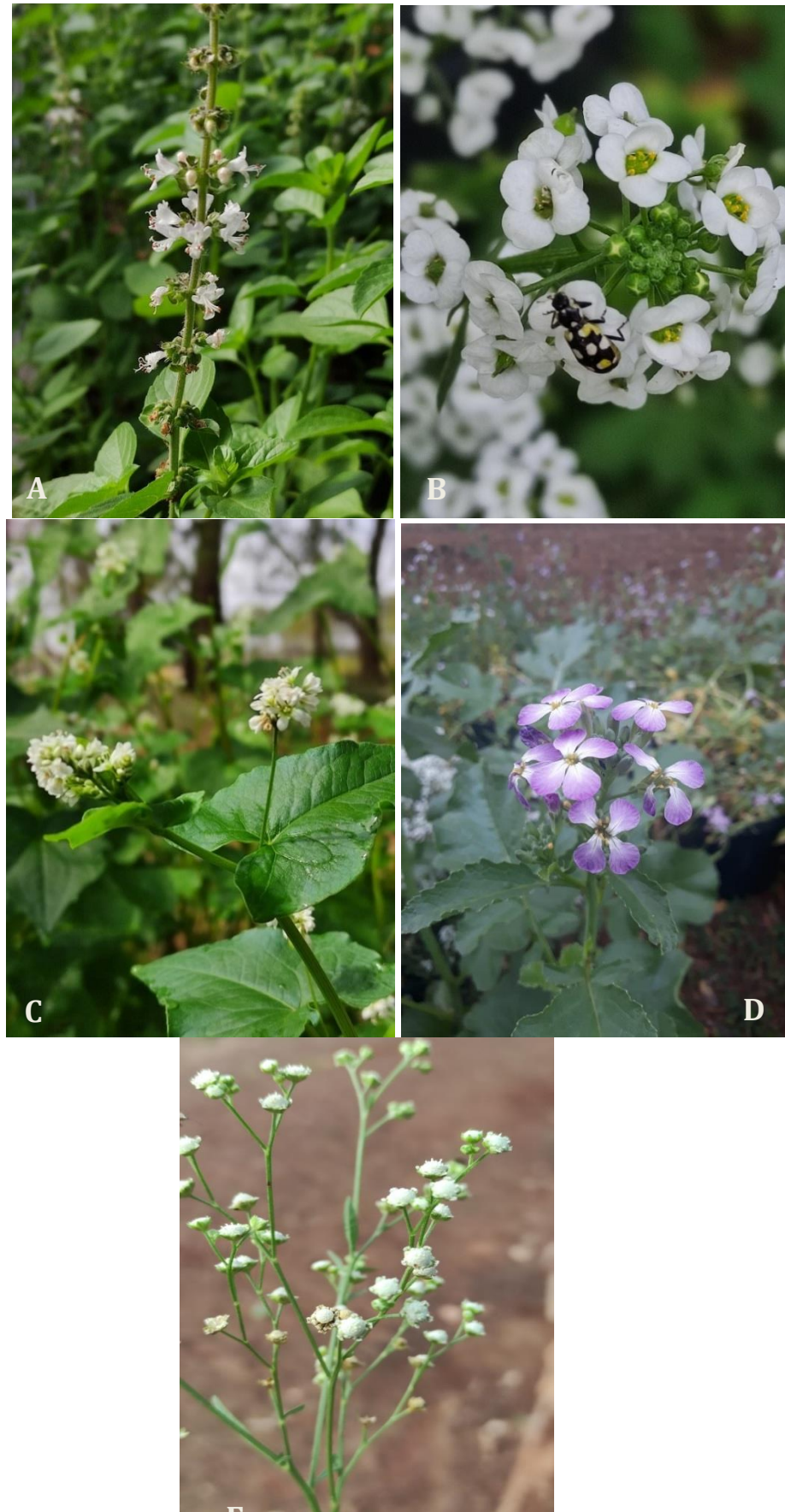
A criação de *E. connexa* foi iniciada com adultos provenientes das coletas efetuadas na Fazenda Experimental do Instituto de Zootecnia Núcleo Regional de Pesquisa de Ribeirão Preto- SP, em campos de sorgo. Foram mantidas dez joaninhas por gaiola cilíndrica de polipropileno de 10 cm de altura × 10 cm de diâmetro. A extremidade superior da gaiola foi vedada com filme de polietileno. Internamente, a gaiola foi revestida com papel sulfite para a ovoposição. Os adultos foram alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) adquiridos da empresa PROMIP Manejo Integrado de Pragas. Os ovos

foram armazenados em freezer a  $-3^{\circ}\text{C}$  até o momento do uso. A água foi fornecida por meio de uma esponja branca de melamina inserida na base de recipiente plástico de 3,0 cm de diâmetro e 1,0 cm de altura. Diariamente, o revestimento interno das gaiolas foi substituído e as posturas obtidas foram transferidas e mantidas separadas em tubos de ensaio de 8,0 cm de altura por 2,5 cm de diâmetro visando a evitar a competição intraespecífica e o canibalismo (Figura 7). As larvas recém-eclodidas foram alimentadas até a pupação com a mesma espécie de presa oferecida aos adultos. Os insetos foram mantidos em sala climatizada sob temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  e UR de  $70\pm 10\%$  e fotófase de 12 horas.

### **2.3.3 Cultivo das espécies vegetais floríferas**

Para o cultivo das plantas floríferas, foi realizada a aquisição de mudas e sementes em um comércio local credenciado na cidade de Jaboticabal-SP. Em seguida, as mudas e sementes foram transferidas para vasos com capacidade de 8 litros e preenchidos com uma mistura de terra de barranco e terra vegetal para vaso (na proporção 1:1:1). Para fertilizar as plantas, foi utilizado NPK de fórmula 10-10-10. No total foram cultivados 30 vasos para cada espécie de planta florífera estudada. As mudas foram inspecionadas e irrigadas diariamente. Os vasos foram mantidos na área experimental da Fazenda Experimental onde se localiza o LECB do Instituto Biológico em Ribeirão Preto, SP. O cultivo foi mantido durante o período de abril a setembro de 2022.

Cinco espécies de plantas foram cultivadas de cinco famílias diferentes: flor-de-mel (*Lobularia maritima* Linnaeus, 1753), trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench, 1794), manjerição (*Ocimum basilicum* Linnaeus, 1753), losna-branca (*Parthenium hysterophorus* Linnaeus, 1753), nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* Linnaeus, 1753) (Figura 7).



**Figura 7.** (A) Inflorescência de manjericao; (B) Inflorescência de flor-de-mel; (C) Inflorescência de trigo-mourisco; (D) Inflorescência de nabo-forrageiro; (E) Inflorescência de losna-branca. Fonte: SILVA (2022).

No presente trabalho, optou-se por estudar a joaninha *E. connexa* em associação às flores de diversas espécies vegetais. Essa escolha se deve ao fato de que *E. connexa* é um predador polífago, que desempenha um papel importante no controle de diversas pragas agrícolas, bem como por sua origem na América do Sul e pela facilidade e simplicidade de sua criação em laboratório. Além disso, a espécie é considerada um potencial agente de controle biológico dentro da família Coccinellidae (MILLER, 1995; OLIVEIRA *et al.*, 2004; SARMENTO *et al.*, 2007; FOGEL, 2012; SILVA *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2017; RIMOLDI, 2017; DRIESCHE *et al.*, 2018; MATOS, 2020; MATOS *et al.*, 2022).

As plantas floríferas podem atuar como hospedeiras de joaninhas, oferecendo abrigo, alimento e local de reprodução. Destaca-se que a flor-de-mel (*L. maritima*) foi utilizada em estudos anteriores como abrigo e atrativo para Coccinellidae. Esse tipo de informação é importante para orientar o manejo integrado de pragas, uma vez que o uso dessa planta pode aumentar a presença desses insetos benéficos no campo (RAMSDEN *et al.*, 2015; SHRESTHA *et al.*, 2019; RODRÍGUEZ-GASOL, 2019).

Já o trigo-mourisco (*F. esculentum*) foi utilizado em estudos de atratividade a inimigos naturais e aumento de longevidade de espécies de joaninhas como *H. axyridis* e *A. bipunctata* (KOPTA *et al.*, 2012; SEDLACEK *et al.*, 2012; TSCHUMI *et al.*, 2014; RAMSDEN *et al.*, 2015; SHRESTHA *et al.*, 2019; HE & SIGSGAARD 2019; WANG *et al.*, 2020). Essa espécie vegetal pode ser uma alternativa interessante para atrair e manter as joaninhas em áreas agrícolas, promovendo o controle biológico das pragas.

O manjeriço, *O. basilicum*, ainda necessita de estudos específicos com joaninhas, mas é uma planta que pode oferecer abrigo e alimento para esses insetos. A losna-branca (*P. hysterothorus*), por sua vez, foi relatada como uma das espécies vegetais que mais hospedaram joaninhas, e suas estruturas florais foram sugeridas como possíveis fontes de pólen e néctar para esses insetos (RIBEIRO *et al.*, 2021).

Por fim, o nabo-forrageiro (*R. sativus*) também necessita de estudos específicos com joaninhas, essa espécie vegetal possivelmente atrai e mantém esses insetos benéficos em áreas agrícolas. Considerando a importância das joaninhas como inimigos naturais de pragas agrícolas e a possibilidade de uso de plantas floríferas como estratégia de manejo integrado, a escolha dessas espécies florais em estudos com joaninhas é justificada com base na literatura.

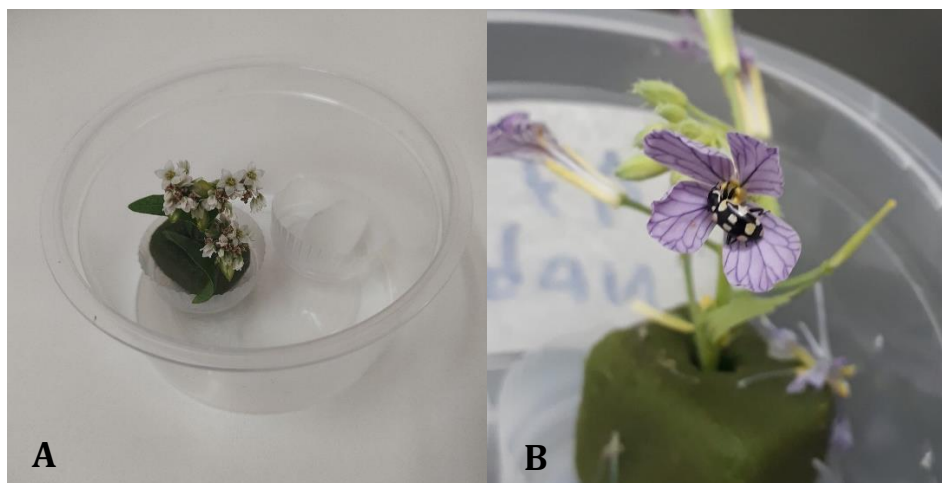
### 2.3.4 Longevidade de *Eriopis connexa* sobre plantas floríferas

Adultos de *E. connexa* usados no experimento foram originados da criação mantida no LECB do Instituto Biológico em Ribeirão Preto, SP. Para dar início ao experimento sobre a longevidade, adultos de *E. connexa* com 1 dia de idade foram individualizados, em potes plásticos transparentes de capacidade de 250 mL, e designados para cada um dos tratamentos abaixo referenciados:

- (I) Sem alimento + água (controle);
- (II) Inflorescência de flor-de-mel + água;
- (III) Inflorescência de trigo- mourisco + água;
- (IV) Inflorescência de manjericão + água;
- (V) Inflorescência de losna-branca + água;
- (VI) Inflorescência de nabo-forrageiro + água;

Secções de caule medindo aproximadamente 3 cm contendo flores frescas em suas extremidades foram fornecidas diariamente às joaninhas. Para manter as flores sempre vigorosas as mesmas foram mantidas no fundo das gaiolas com uma base de espuma floral (Figura 8). A água foi fornecida por meio de uma esponja branca de melamina inserida na base de recipiente plástico de 3,0 cm de diâmetro e 1,0 cm de altura. Cada tratamento foi constituído por 50 repetições.

Os indivíduos foram monitorados diariamente, avaliando-se o período de vida da joaninha em cada um dos tratamentos. Para determinação da massa corporal dos adultos utilizou-se Microbalança digital de precisão de 0,001mg (Balança Analítica Bel Mark210A). Essa avaliação foi conduzida no dia da emergência dos adultos e novamente após o óbito.



**Figura 8.** (A) Gaiola de criação; (B) *Eriopis connexa* na inflorescência de Nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.) Fonte: SILVA (2022).

### 2.3.5 Fecundidade de *Eriopis connexa* sobre plantas floríferas

Para a avaliação de fecundidade de *E. connexa* foram utilizados adultos de quarta geração provenientes da criação mantida no LECB, Instituto Biológico Ribeirão Preto, SP. Devido à dificuldade em determinar os sexos de *E. connexa* pela falta de dimorfismo sexual evidente (SILVA *et.al*, 2021), foram selecionados dez adultos da espécie para serem mantidos em uma gaiola cilíndrica de polipropileno com 10 cm de altura e diâmetro, em um total de cinco repetições. A extremidade superior da gaiola foi selada com filme de polietileno e os insetos foram mantidos a uma temperatura de 25°C e umidade relativa de 70±10%, com uma fotofase de 12 horas. Eles foram alimentados com ovos de *A. kuehniella* e a água foi fornecida através de uma esponja branca de melamina colocada na base de um recipiente plástico com 3,0 cm de diâmetro e 1,0 cm de altura. Os coccinelídeos foram observados diariamente para verificar a presença de casais em cópula. Se o acasalamento não era observado em um período de 48 horas, eram realizadas trocas de indivíduos entre as gaiolas.

Após a detecção do primeiro lote de ovos depositado pela fêmea de um par, indicando sua competência reprodutiva, os casais em processo de cópula eram isolados e alojados em gaiolas individuais. Simultaneamente, a dieta do casal era alterada para o tratamento previamente atribuído:

- (I) Inflorescência de flor-de-mel + água;
- (II) Inflorescência de trigo-mourisco + água;
- (III) Inflorescência de manjericão + água;
- (IV) Inflorescência de losna-branca + água;
- (V) Inflorescência de nabo-forrageiro + água;

Diariamente, flores frescas eram fornecidas às joaninhas e os restos do dia anterior eram removidos, para manter as flores sempre vigorosas (conforme metodologia do item 2.3.4). A metodologia da avaliação de fecundidade obedeceu ao preconizado por Hatt (2019). Avaliou-se diariamente o número de ovos colocados por *E. connexa* durante 7 dias (média de longevidade de *E. connexa* no tratamento controle, apenas água) a partir do primeiro dia após a mudança de dieta. Foram considerados 20 casais para cada tratamento. Quando os ovos foram canibalizados por joaninhas, o resto de ovos ingeridos que estavam grudados no papel sulfite ou nos tubos de polipropileno foram usados para estimar o número total de ovos ovipositados. No caso de morte de macho ou a fêmea de um casal antes dos 7 dias, todo o casal foi excluído.



### 2.3.6 Análise estatística e delineamento

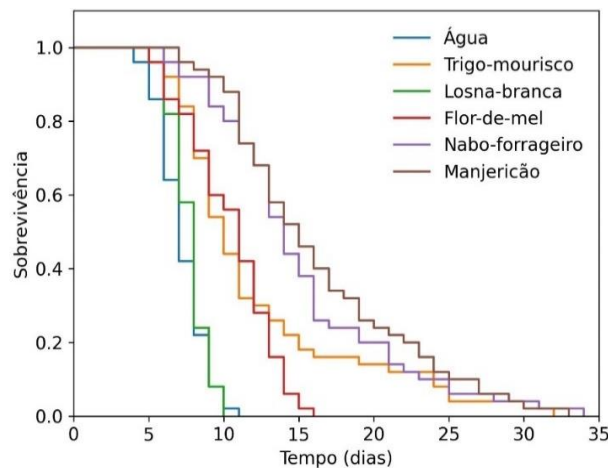
O estudo analisou os efeitos da dieta floral na longevidade, ovoposição e massa corporal de joaninhas. Para avaliar a normalidade dos dados de longevidade e massa corporal, foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Uma vez verificado que os dados não apresentavam distribuição normal, as médias foram comparadas usando o teste não paramétrico Kruskal-Wallis, realizado no software estatístico SPSS para Windows. O nível de significância utilizado foi de  $P < 0,05$ . Além disso, para analisar a proporção de joaninhas sobreviventes em relação ao tempo após a alimentação com dieta floral, foram geradas curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier. Essas curvas foram comparadas usando o teste não paramétrico de Log-Rank, com um nível de significância de  $P < 0,05$ .

## 2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.4.1 Determinação do efeito da suplementação de flores na dieta de *Eriopsis connexa*

#### 2.4.1.1 Longevidade de *Eriopsis connexa* submetida a dieta a base de flores.

O presente estudo indicou que *E. connexa* sobreviveu ao se alimentar de recursos florais. Fêmeas e machos apresentaram período de vida significativamente maior quando foram alimentados diariamente com dieta de manjeriço, nabo-forrageiro, trigo-mourisco e flor-de-mel, a dieta de losna-branca não diferiu do resultado do tratamento controle (apenas água). Os nutrientes fornecidos por essas dietas são benéficos para esse predador, prolongando sua longevidade. Houve diferença significativa na comparação entre as curvas de sobrevivência pelo método de Kaplan-Meier seguido de Log-Rank Test ( $X^2 = 200,939$ ,  $df = 5$ ,  $P < 0,001$ ) (Figura 9).



**Figura 9.** Curvas de sobrevida pelo método de Kaplan-Meier para *E. connexa* alimentada com diferentes dietas floríferas.

Observou-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos destacados, que consistiram na alimentação com flores de manjeriço e a alimentação com nabo forrageiro, pois ambos proporcionaram longevidades de 15,00 e 14,00 dias, respetivamente [ $X^2 = 12,500$ ;  $p > 0,05$ ]. A alimentação com flores de trigo-mourisco e a alimentação com flor-de-mel não diferiram entre si estatisticamente, ao proporcionarem longevidades, respetivamente, de 10,00 e 11,00 dias [ $X^2 = 6,500$ ;  $p > 0,05$ ]. O controle, apenas água, com alimentação flores de losna-branca não diferiram entre si estatisticamente, ao proporcionarem longevidades, respetivamente, de 7,00 e 8,00 dias [ $X^2 = 13,720$ ;  $p > 0,05$ ] (Tabela 5).

**Tabela 5.** Longevidade mediana ( $\pm$ desvio padrão) de *E. connexa* alimentada com dieta de plantas floríferas.

Tratamentos	n	Longevidade (dias)	Mínimo	Máximo
Inflorescência de manjeriço + água	50	15,00 $\pm$ 6,28	4	33
Inflorescência de nabo forrageiro + água	50	14,00 $\pm$ 6,12	5	34
Inflorescência de trigo mourisco + água	50	10,00 $\pm$ 6,39	5	32
Inflorescência de flor de mel + água	50	11,00 $\pm$ 2,92	5	16
Inflorescência de losna branca + água	50	8,00 $\pm$ 1,25	6	10
Sem alimento + água (controle)	50	7,00 $\pm$ 1,61	7	11

n = número de adultos considerados por tratamento. Curvas de sobrevivência pelo método de Kaplan-Meier seguido de Log-Rank Test ( $P < 0,05$ ) para comparação entre os tratamentos.

A alimentação com flores de manjeriço e a alimentação com nabo forrageiro proporcionaram maior longevidade às joaninhas em relação aos demais tratamentos, algumas espécies de predadores onívoros que visitam flores demonstram melhor desempenho com o pólen de certas espécies de plantas do que com outras. Por exemplo, Ostrom *et al.* (1996) avaliaram a dieta de *C. maculata* usando proporções isotópicas estáveis e constataram que o pólen de alfafa e milho foi superior ao de trigo em termos de desempenho da espécie.

Os resultados também corroboram com um estudo realizado com o objetivo de avaliar a viabilidade do néctar produzido pelo trigo-mourisco (*F. esculentum*) e pela mamona (*Ricinus communis* Linnaeus, 1753), conduzido por Rosado (2007), onde foi investigado o efeito do néctar floral do trigo-mourisco e do néctar extrafloral da mamona sobre a sobrevivência de larvas e adultos do predador generalista *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861). Observou-se que a presença desses néctares aumentou significativamente a sobrevivência dos indivíduos de *C. externa* em comparação com a ausência de néctar. Além disso, houve diferença significativa na sobrevivência das larvas de *C. externa* alimentadas com o néctar do trigo-mourisco e com o néctar da mamona, sendo que as larvas sobreviveram mais quando alimentadas com néctar de

trigo mourisco. A importância das plantas em prover fontes de alimento para predadores é enfatizada por esses resultados, sugerindo um possível impacto significativo na dinâmica das interações entre plantas e insetos.

Ademais, Lu *et al.* (2014), reforçam a importância das plantas em fornecer aos polinizadores diversas fontes alimentares, tais como pólen, néctar e néctar extrafloral, que possuem potencial em aumentar a longevidade e a capacidade reprodutiva predadores e parasitoides, além de influenciar positivamente no controle biológico.

Pesquisas indicam que o néctar é composto principalmente por sacarose e seus derivados, além de aminoácidos, proteínas, lipídios, íons minerais, alcalóides, etanol, eugenol, metileugenol e outros açúcares. Ele contém em média 14 aminoácidos, incluindo todos os aminoácidos essenciais para o crescimento e desenvolvimento de insetos (JAKUBSKA *et al.*, 2005; PETANIDOU *et al.*, 2006).

Além disso o néctar pode fornecer aos insetos nitrogênio, lipídios, proteínas, água e nutrientes essenciais como vitamina C, potássio e sódio (NICOLSON & THORNBURG, 2007). A importância nutricional do pólen é particularmente relevante para abelhas, besouros, tripes e ácaros, os quais dependem desse recurso para obter a maior parte do nitrogênio dietético necessário para sua sobrevivência e reprodução (ROULSTON *et al.*, 2000).

A flor-de-mel (*L. marítima*) e o trigo-mourisco (*F. esculentum*) foram testados anteriormente na aptidão do parasitoide *Dolichogenidea tasmanica* (Cameron, 1912). O estudo de Berndt e Wratten (2005) observou que as fêmeas de *D. tasmanica* que tiveram acesso às flores de flor-de-mel viveram sete vezes mais, enquanto os machos viveram três vezes mais em comparação aos insetos com acesso a plantas sem flores. O estudo de Irvin *et al.* (2006) avaliou o plantio de flor-de-mel (*L. marítima*), *Phacelia tanacetifolia* (Benth, 1835) e trigo-mourisco (*F. esculentum*) entre macieiras, observando que devido a presença dessas plantas floríferas houve incremento na taxa de parasitismo de *D. tasmanica* em lagartas da mariposa *Epiphyas postvittana* (Walker, 1863) e consequente redução no número de pupas dessa praga enroladora de folhas.

Wolf *et al.* (2018) determinaram a qualidade nutricional de flores de diferentes espécies vegetais utilizadas como fonte de alimento para *H. axyridis*. Foram testadas dietas constituídas apenas por flores, bem como dietas constituídas por flores das espécies vegetais papoila-brava (*P. rhoeas*), malmequer-dos-campos (*C. arvensis*), mostarda-dos-campos (*S. arvensis*) e botão-de-solteiro (*C. cyanus*) em combinação com lagartas de *S. littoralis*. Os autores relataram que quando *H. axyridis* foi provida com dietas contendo flores e adição de lagartas de *S. littoralis*, algumas larvas de *H. axyridis* de todas as combinações de dietas atingiram o estágio de pupa

ou adulto. As espécies de flores ocasionaram efeito significativo sobre a sobrevivência da joaninha. Os pesquisadores destacaram que possivelmente *H. axyridis* tolere períodos de ausência de presas alimentando-se principalmente de fontes alimentares vegetais e, assim, superar espécies que são mais dependentes de pulgões como fonte de alimento.

Em 2020, no estudo conduzido por Wang e colaboradores, a longevidade, consumo de presas, massa e fecundidade da joaninha *H. axyridis* foram avaliados sobre quatro plantas floríferas, envilhaca (*V. sativa*), trigo-mourisco (*F. esculentum*), coentro (*C. sativum*) e margarida (*C. officinalis*). Os resultados mostraram que o fornecimento de flores de *V. sativa*, *F. esculentum* e *C. sativum* levou a um aumento significativo na longevidade de *H. axyridis*, quando mantidos em condições de laboratório.

No decorrer do presente estudo, não houve diferenças estatisticamente significativas sobre o parâmetro longevidade entre o grupo controle constituído por adultos de *E. connexa* que receberam apenas água e aquele tratamento em que *E. connexa* recebeu alimentação à base de flores de losna-branca, [ $X^2 = 13,720$ ;  $p > 0,05$ ] (Tabela 5).

Estes resultados contrastam com estudos anteriores que indicavam que plantas companheiras, margarida (*Calendula officinalis*), malmequer-dos-campos (*Calendula arvensis*), coentro (*Coriandrum sativum*), aumentavam significativamente a taxa de sobrevivência de diversos predadores (MARTÍNEZ-UÑA *et al.*, 2013; ZHAO *et al.*, 2017). Em estudo realizado por Ribeiro *et al.* (2021) sobre a diversidade de joaninhas em plantas daninhas próximas a cultivos de amendoim, cana-de-açúcar e sorgo foi relatado que losna-branca foi das espécies vegetais que mais hospedaram joaninhas, e suas estruturas florais foram sugeridas como possíveis fontes de pólen e néctar para esses insetos. Porém, pesquisas indicaram que alguns recursos florais podem não aumentar a sobrevivência de artrópodes benéficos devido à ausência de recompensas acessíveis, à presença de compostos tóxicos ou à indução de efeitos colaterais após a alimentação (JOHNSON *et al.*, 2006; NICOLSON & THORNBURG, 2007).

Estudos demonstraram que o pó das inflorescências da losna-branca apresentou a maior potência e taxa de mortalidade contra pragas. Tesfu *et al.* (2013) conduziram estudo em laboratório com o objetivo de investigar as propriedades inseticidas de diferentes partes da losna-branca, na forma de extrato em pó, contra *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus, 1758), que é uma das pragas-chave de leguminosas em armazenamentos. Os resultados indicaram que as diversas partes da losna-branca apresentaram níveis distintos de potência contra *C. chinensis*, sendo que o tratamento com o pó das inflorescências foi o mais efetivo, exibindo uma maior taxa de mortalidade. Em consideração a essas características acima, provavelmente, estruturas florais das plantas de losna-branca não seja uma fonte de alimento nutritiva e segura para

garantir a sobrevivência de *E. connexa* em períodos de ausência de presas.

#### **2.4.1.2 Ovoposição de *Eriopis connexa* submetida a dieta a base de flores.**

No presente estudo, *E. connexa* não apresentou ovoposição quando alimentada com as diferentes dietas florais, o estudo corrobora com aquele de Berkvens *et al.* (2008), que ao conduzirem experimento para investigar o potencial da joaninha asiática *H. axyridis* em se alimentar de pólen de abelha, concluíram que esta espécie é capaz de se alimentar de pólen e outros alimentos vegetais em momentos de escassez de presas, o que pode conferir uma vantagem competitiva em relação às joaninhas predadoras europeias nativas. No entanto, apesar do pólen apresentar-se como fonte alternativa de alimento para a joaninha, essa dieta não é suficiente para proporcionar desenvolvimento larval ou iniciar a produção de ovos pelas fêmeas.

Os resultados do presente trabalho se assemelham àqueles de Resende *et al.* (2015) e Togni *et al.* (2016), que investigaram o efeito de dietas à base de flores de coentro sobre o desenvolvimento e reprodução de *E. connexa* e *C. sanguinea*. Nesses estudos constataram-se que o fornecimento exclusivo de recursos florais de coentro não foi suficiente para promover a oviposição das fêmeas.

A produção total de ovos em Insecta pode ser explicada pelo nutriente rico em proteínas, sendo este fator o mais importante, como mencionado por Murugan *et al.* (2000). Estudos sobre a composição química do pólen têm revelado ampla variação na concentração de proteínas, o que pode ter impacto significativo nas interações planta-inseto. A de proteína no pólen pode variar de 2,5% a 61% por massa seca, como observado por Roulston *et al.* (2000).

Baseados nessas considerações, infere-se que no presente trabalho, *E. connexa* alimentando-se somente do pólen não é capaz de sustentar completamente o desenvolvimento larval ou a produção de ovos pelas fêmeas, embora o pólen possa ser uma fonte alternativa de alimento em momentos de escassez de presas. No entanto, é importante notar que o efeito pode variar de acordo com a espécie e com as condições ambientais. Esse achado pode ser justificado pela variabilidade do valor nutricional do alimento alternativo produzido pelas plantas, podendo ser suficiente ou insuficiente em atender às necessidades nutricionais dos inimigos naturais (HAGEN, 1962; SHELDON & MACLEOD, 1971; BAGGEN *et al.*, 1999; ROULSTON *et al.*, 2000; VAN RIJN *et al.*, 2002).

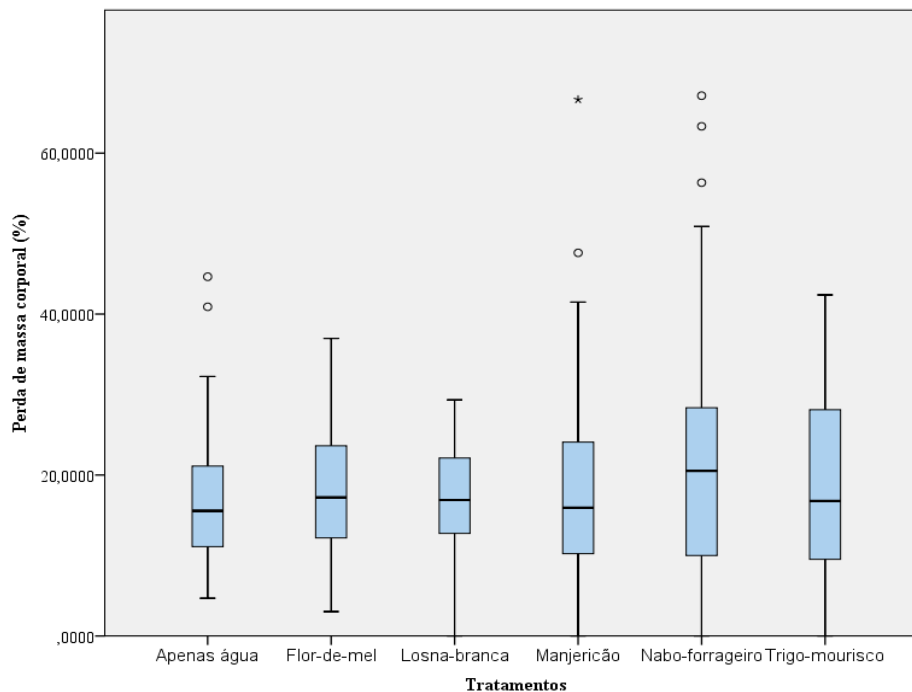
### 2.4.1.3 Massa corporal de *Eriopis connexa* submetida a dieta a base de flores.

No presente estudo, adultos de *E. connexa* se alimentaram de recursos florais, porém, não houve ganho de massa corporal. Houve perda de peso, que foi equivalente para todas as dietas utilizando o teste de Kruskal-Wallis, ou seja, esse parâmetro não diferiu estatisticamente entre os tratamentos [ $X^2(5) = 2,632$ ;  $p=0,756$ ], (Tabela 6 e Figura 10).

**Tabela 6.** Perda de massa corporal mediana (%) o ( $\pm$ desvio padrão) de adultos de *E. connexa* alimentadas diariamente com inflorescência.

Tratamentos	Tamanho da amostra	Perda de massa corporal (%)	Amplitude interquartil
Inflorescência de manjeriçã + água	50	-15,94 $\pm$ 13,39	14,48
Inflorescência de nabo forrageiro + água	50	-20,52 $\pm$ 16,68	19,22
Inflorescência de trigo mourisco + água	50	-16,77 $\pm$ 12,20	19,50
Inflorescência de flor de mel + água	50	-17,21 $\pm$ 8,51	11,63
Inflorescência de losna branca + água	50	-16,89 $\pm$ 7,90	9,83
Sem alimento + água (controle)	50	-15,55 $\pm$ 8,46	10,08

n = número de adultos considerados por tratamento. teste de Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ) para comparação entre os tratamentos.



**Figura 10.** Diagrama de caixa representando a perda de massa corporal (%) de *Eriopis connexa* em diferentes dietas floríferas.

Os resultados da presente pesquisa são semelhantes àqueles determinados por Hatt & Osawa (2019) ao estudarem a influência da alimentação da joaninha *H. axyridis* com dietas à

base de flores de perilla coreana (*P. frutescens*) sobre a longevidade e ovoposição desse coccinelídeo. Os autores destacaram que alguns alimentos, caracterizados como não-presas não são adequados para a síntese de gordura efetuada pelos coccinelídeos predadores. Ainda, segundo os autores, alguns alimentos florais não são convertidos em gordura, o que explica por que dietas florais não sustentam nutricionalmente *H. axyridis* a longo prazo. Por fim, eles destacaram que a energia obtida a partir de recursos florais ocasiona sobrevivência durante curto prazo enquanto o coccinelídeo busca por potenciais recursos alimentares.

No estudo conduzido por Wang *et al.* (2020), foi avaliado o efeito de quatro plantas floríferas na longevidade, consumo de presas, massa e fecundidade da joaninha *H. axyridis*. Os resultados mostraram que as fêmeas adultas alimentadas com ervilhaca (*V. sativa*) e trigo-mourisco (*F. esculentum*) apresentaram uma redução significativa na perda de peso diária, quando comparadas a coentro (*C. sativum*) e ao grupo controle. Isso sugere que as fêmeas adultas da joaninha *H. axyridis* obtêm mais nutrição dessas plantas em comparação com as outras. Por outro lado, nenhuma das quatro plantas testadas minimizou a perda de peso diária dos machos adultos em comparação com o grupo controle. Entretanto, os machos alimentados com *F. esculentum* mantiveram um peso maior do que os machos alimentados com *C. sativum*, indicando que essa planta pode ser mais benéfica para os machos do que outras plantas avaliadas. Em conclusão, esses resultados sugerem que diferentes tipos de plantas podem ter efeitos distintos no peso e nutrição de machos e fêmeas adultas de joaninhas *H. axyridis*.

## 2.5 CONCLUSÕES

Em conclusão, este estudo avaliou aspectos biológicos de *E. connexa* alimentada com diferentes dietas florais em laboratório, incluindo sobrevivência, reprodução, longevidade e massa corporal. Os resultados indicaram que *E. connexa* pode sobreviver e viver mais tempo com dietas à base de flores de manjerição, nabo-forageiro, trigo-mourisco ou flor de mel, mas não apresenta fecundidade nessa condição. A losna-branca não prolonga a longevidade e não promove ovoposição. *Eriopis connexa* apresenta perda de massa corporal nessas dietas.

É importante destacar que o estudo apresenta limitações e sugere que estudos futuros poderão investigar o efeito nutricional das flores sobre fêmeas e machos (separadamente) de *Eriopis connexa*. A avaliação das plantas floríferas como fontes de alimento pode fornecer informações importantes sobre a nutrição dessa espécie. A compreensão dos efeitos diferentes das plantas em machos e fêmeas pode ajudar a elucidar a biologia reprodutiva e comportamento desses insetos. Portanto, são necessários estudos adicionais para melhor compreender o papel

das flores na nutrição e no desempenho de *E. connexa*.

Uma sugestão para futuras pesquisas seria ampliar as investigações em condições de campo, com o objetivo de explorar de forma mais abrangente as interações entre insetos e plantas, incluindo a possibilidade de analisar quantitativamente a dieta de *E. connexa*, como o consumo de presas e flores. Essa abordagem pode fornecer compreensão realista da capacidade da espécie em sobreviver e se reproduzir em condições naturais, bem como avaliar sua eficácia como agente de controle biológico de pragas agrícolas.

Sugere-se também como estudo futuro investigar os efeitos das plantas floríferas, incluindo a losna-branca, na taxa de sobrevivência de diferentes predadores e artrópodes benéficos em condições de campo.



## 2.6 REFERÊNCIAS

- ARENAS, L.M; WALTER, D.; STEVENS, M. Signal honesty and predation risk among a closely related group of aposematic species. **Scientific Reports**, v. 5, n. 1, p. 1-12, 2015.
- BAGGEN, L.R.; GURR, G.M.; MEATS, A. Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. In: **Proceedings of the 10th International Symposium on Insect-Plant Relationships**. Springer Netherlands, 1999. p. 155-161.
- BARBOSA, F.S *et al.* Potencial das flores na otimização do controle biológico de pragas para uma agricultura sustentável. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 101-110, 2011.
- BERKVEN, N *et al.* Pollen as an alternative food for *Harmonia axyridis*. In: From biological control to invasion: the ladybird *Harmonia axyridis* as a model species. **Springer**, Dordrecht, 2008. p. 201-210.
- BERNDT, L.A.; WRATTEN, S.D. Effects of Alyssum flowers on the longevity, fecundity, and sex ratio of the leafroller parasitoid *Dolichogenidea tasmanica*. **Biological Control**, v. 32, n. 1, p. 65-69, 2005.
- BOETZL, F.A *et al.* A multitaxa assessment of the effectiveness of agri-environmental schemes for biodiversity management. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 118, n. 10, p. e2016038118, 2021.
- BOISCLAIR, J *et al.* Beneficial and pest insects associated with ten flowering plant species grown in Québec, Canada. **Building Organic Bridges**, v. 1, p. 109-112, 2014.
- BOUCHARD, P.; SMITH, A.B.T.; DOUGLAS, H.; GIMMEL, M.L.; BRUNKE, A.J.; KANDA, K. Biodiversity of Coleoptera. In: FOOTITT, R.G. & ADLER, P.H. (Eds.). **Insect Biodiversity: Science and Society**, Volume I. 2nd Edn. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2017. pp. 337-417.
- BUHK, C *et al.* Flower strip networks offer promising long term effects on pollinator species richness in intensively cultivated agricultural areas. **BMC ecology**, v. 18, n. 1, p. 1-13, 2018.
- CARRIÉ, R.J.G; GEORGE, D.R.; WÄCKERS, F.L. Selection of floral resources to optimise conservation of agriculturally-functional insect groups. **Journal of Insect Conservation**, v. 16, n. 4, p. 635-640, 2012.
- CONTE, A.M. O impacto na saúde e no meio ambiente com o uso excessivo de agrotóxicos: uma revisão com ênfase ao Glifosato. 2021. 9 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.
- COSTA, J.F.; MATOS, C.H.C.; OLIVEIRA, C.R.F.; SILVA, T.G.F.; LIMA NETO, I.F.A. Functional and numerical responses of *Stethorus tridentis* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) preying on *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) on physic nut (*Jatropha curcas*). **Biological Control**, v. 111, p. 1-5, 2017.

CRUZ, I. Controle biológico de pragas na cultura de milho para a produção de conservas (Mini milho), por meio de parasitoides e predadores. Sete Lagoas: CNPMS, 2007. 16 p. Circular Técnica, Embrapa Milho e Sorgo, v.91.

DAMIEN, M.; LOPIS, S.; DESNEUX, N.; VAN BAAREN, J., & LANN, C. (2020). How does floral nectar quality affect life history strategies in parasitic wasps?. **Entomologia Generalis**, v. 40, n. 2, p. 147-156, 2020.

D'ÁVILA, V.A *et al.* Effect of provision of apiaceous flowers associated to foods on the biology of *Coleomegilla maculata*. **Phytoparasitica**, v. 45, n. 4, p. 471-484, 2017.

DRIESCHE, R.V *et al.* Catalog of species introduced into Canada, Mexico, the USA, or the USA overseas territories for classical biological control of arthropods, 1985-2018. **Catalog of species introduced into Canada, Mexico, the USA, or the USA overseas territories for classical biological control of arthropods, 1985-2018.**, 2018.

ECCARD, J.A. Can rolling composite wildflower blocks increase biodiversity in agricultural landscapes better than wildflowers strips? **Journal of Applied Ecology**, v. 59, n. 5, p. 1172-1177, 2022.

FIEDLER, A. K.; LANDIS, D.A.; WRATTEN, S.D. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. **Biological Control**, v. 45, n. 2, p. 254-271, 2008.

FIEDLER, A.K.; LANDIS, D.A. Attractiveness of Michigan native plants to arthropod natural enemies and herbivores. **Environmental Entomology**, v. 36, n. 4, p. 751-765, 2007.

FOGEL, M.N. Selectividad de insecticidas utilizados en cultivos hortícolas del Cinturón Hortícola Platense sobre el depredador *Eriopis connexa* en el marco del Manejo Integrado de Plagas. 2012. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 2012.

GASSEN, D.N. Parasitos, patógenos e predadores e insetos associados à cultura do trigo. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 1986. 186p. Circular Técnica, n. 8.

GIORGI, J.A *et al.* The evolution of food preferences in Coccinellidae. **Biological Control**, v. 51, n. 2, p. 215-231, 2009.

GONTIJO, L.M. Engineering natural enemy shelters to enhance conservation biological control in field crops. **Biological Control**, v. 130, p. 155-163, 2019.

GONZÁLEZ, G.; VANDERBERG, N. Los Coccinellidae de Perú.2007. Disponível em: [https://www.coccinellidae.cl/paginasWebPeru/Paginas/Sticholotidinae\\_Peru.php](https://www.coccinellidae.cl/paginasWebPeru/Paginas/Sticholotidinae_Peru.php). Acesso em: 19 mar. 2023.

GORDON, R.D. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. **Journal of the New York Entomological Society**, v. 93, n. 1, p. 1-912, 1985. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/206087#page/639/mode/1up>. Acesso em: 19 mar. 2023.

GURR, G. M *et al.* Habitat management to suppress pest populations: progress and prospects. **Annual Review of Entomology**, v. 62, n. 1, 2017.

GYENGE, J.E.; EDELSTEIN, J.D.; SALTO, C.E. Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 345-356, 1998.

HAGEN, K.S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v. 7, n. 1, p. 289-326, 1962.

HALLAND, C.; NAISBIT, R.E.; BERSIER, L.F. Sown wildflower strips for insect conservation: a review. **Insect Conservation and Diversity**, v. 4, n. 1, p. 60-80, 2011.

HATT, S.; OSAWA, N. The role of *Perilla frutescens* flowers on fitness traits of the ladybird beetle *Harmonia axyridis*. **BioControl**, v. 64, n. 4, p. 381-390, 2019.

HATT, S.; XU, Q. X.; FRANCIS, F.; OSAWA, N. Aromatic plants of East Asia to enhance natural enemies towards biological control of insect pests. A review. **Entomologia Generalis**, v. 38, n. 4, 2019a.

HE, X.; SIGSGAARD, L. A floral diet increases the longevity of the coccinellid *Adalia bipunctata* but does not allow molting or reproduction. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 7, p. 6, 2019.

HODEK, I.; EMDEN, V.H.F.; HONEK, A. Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae). New Jersey: **Wiley-Blackwell Publishing**, 2012. 604 p.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 74, n. 1-3, p. 323-342, 1999.

IRVIN, N.A *et al.* The effects of floral understoreys on parasitism of leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) on apples in New Zealand. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 8, n. 1, p. 25-34, 2006.

JACOT, K.; EGGENSCHWILER, L.; JUNGE, J.X.; LUK, A. H.; BOSSHARD, A. Improved field margins for a higher biodiversity in agricultural landscapes. **Aspects of Applied Biology**, v. 81, p. 277, 2006.

JAKUBSKA, A *et al.* Why do pollinators become "sluggish"? nectar chemical constituents from *Epipactis helleborine* (L.) Crantz(orchidaceae). **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 3, n. 2, p. 29-38, 2005.

JOHNSON, S.D.; HARGREAVES, A.L.; BROWN, M. Dark, bitter-tasting nectar functions as a filter of flower visitors in a bird-pollinated plant. **Ecology**, v. 87, n. 11, p. 2709-2716, 2006.

KOPTA, T.; POKLUDA, R.; PSOTA, V. Attractiveness of flowering plants for natural enemies. **Horticultural Science**, v. 39, n. 2, p. 89-96, 2012.

LANDIS, D.A.; WRATTEN, S.D.; GURR, G.M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, v. 45, n. 1, p. 175-201, 2000.

LYKOGIANNI, M *et al.* Do pesticides promote or hinder sustainability in agriculture? The challenge of sustainable use of pesticides in modern agriculture. **Science of the Total Environment**, v. 795, p. 148625, 2021.

LU, Z.X *et al.* Mechanisms for flowering plants to benefit arthropod natural enemies of insect pests: Prospects for enhanced use in agriculture. **Insect Science**, v. 21, n. 1, p. 1-12, 2014.

LUNDGREN, J.G. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. **Biological Control**, v. 51, n. 2, p. 294-305, 2009.

MARSHALL, E.J.R.; MOONEN, A.C. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 89, n. 1-2, p. 5-21, 2002.

MARTÍNEZ-UÑA, A *et al.* Provisioning floral resources to attract aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae) useful for pest management in central Spain. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, n. 6, p. 2327-2335, 2013.

MATOS, S.T.S. Potencial de *Eriopis connexa* (Germar) e *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre ácaros tetraniquídeos e do pulgão-verde-do-pessegueiro; 2020; Tese (Doutorado em Agronomia (Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.2020.

MATOS, S. T. S *et al.* Suitability of spider mites and green peach aphids as prey for *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1-11, 2022.

MICHAUD, J. P *et al.* Plant spacing and weed control affect sunflower stalk insects and the girdling behavior of *Dectes texanus* (Coleoptera: Cerambycidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 3, p. 1044-1053, 2009.

MILLER, J.C.A comparison of techniques for laboratory propagation of a South American ladybeetle, *Eriopis connexa* (Coleoptera:Coccinellidae). **Biological Control**, v. 5, p. 462-465, 1995.

MONTES, O *et al.* Biology and morphology of *Eriopis connexa* Germar 1824 and of *Addict bipunctata* Linnaeus 1758 (Coleoptera). **Publicaciones del Centro de Estudios Entomológicos, Universidad de Chile**, n. 10, p. 43-56, 1970.

MURUGAN, K.; SHANTHAKUMAR, S.P.; KUMAR, N.K.K.; AL-DHABI, N.A. Influence of host plant on growth and reproduction of *Aphis nerii* and feeding and prey utilization of its predator *Menochilus sexmaculatus*. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 38, n. S, p. 598-603, 2000.

NICOLSON, S.W.; THORNBURG, R.W. Nectar chemistry. **Nectaries and Nectar**, p. 215-264, 2007.

OBRYCKI, J.J. *et al.* Aphidophagy by Coccinellidae: application of biological control in agroecosystems. **Biological Control**, v. 51, n. 2, p. 244-254, 2009.

OLIVEIRA, N.C.; WILCKEN, C.F.; MATOS, C.A.O. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinélidos (Coleoptera, Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, p. 529-533, 2004.

OSTROM, P.H.; COLUNGA-GARCIA, M.; GAGE, S.H. Establishing pathways of energy flow for insect predators using stable isotope ratios: field and laboratory evidence. **Oecologia**, v. 109, p. 108-113, 1996.

PAN, H.S.; TENA, A.; XIU, C.L.; LIU, B.; LU, Y.H.; DESNEUX, N. Floral feeding increases diet breadth in a polyphagous mirid. **Journal of Pest Science**, v. 92, n. 3, p. 1089-1100, 2019.

PATT, J.M.; HAMILTON, G.C.; LASHOMB, J.H. Impact of strip insectary intercropping with flowers on conservation biological control of the Colorado potato beetle. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 11, p. 175-181, 1997.

PETANIDOU, T. *et al.* What shapes amino acid and sugar composition in Mediterranean floral nectars?. **Oikos**, v. 115, n. 1, p. 155-169, 2006.

RAMSDEN, M.W.; MENENDEZ, R.; LEATHER, S.R., WACKERS, F. Optimizing field margins for biocontrol services: the relative role of aphid abundance, annual floral resources, and overwinter habitat in enhancing aphid natural enemies. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 199, p. 94-104, 2015.

RESENDE, A.L.S. *et al.* Consórcio couve-coentro em cultivo orgânico e sua influência nas populações de joaninhas. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 41-46, 2010.

RESENDE, A.L.S. *et al.* Desenvolvimento e reprodução de *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com recursos florais de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Entomotropica**, p. 12-19, 2015.

RIBEIRO, F.; ARAUJO, L.; SILVA, T.M.; CIVIDANES, F. J.; SANTOS-CIVIDANES, T. M. D. Diversidade de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) em plantas daninhas adjacentes a culturas agrícolas. In: 15 Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica-CIIC 2021, 2021, Campinas. Anais do 15 Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica-CIIC 2021, 2021.

RIMOLDI, F.; FOGEL, M.N.; RONCO, A.E.; SCHNEIDER, M.I. Comparative susceptibility of two Neotropical predators, *Eriopis connexa* and *Chrysoperla externa*, to acetamiprid and pyriproxyfen: Short and long-term effects after egg exposure. **Environmental Pollution**, v. 231, p. 1042-1050, 2017.

RODRÍGUEZ-GASOL, N. *et al.* The contribution of surrounding margins in the promotion of natural enemies in Mediterranean apple orchards. **Insects**, v. 10, n. 5, p. 148, 2019.

ROSADO, M.C. Plantas favoráveis a agentes de controle biológico. Dissertação de Mestrado.

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 51p. 2007.

ROULSTON, T.H.; CANE, J.H.; BUCHMANN, S.L. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen–pistil interactions, or phylogeny?. **Ecological Monographs**, v. 70, n. 4, p. 617-643, 2000.

SANTOS, D.S.D *et al.* Desempenho e predação *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (coleoptera: coccinellidae) com diferentes presas e respostas olfativa aos voláteis emitidos por adultos. 2016.

SARMENTO, R.A *et al.* Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba. v.50, p. 121-126, 2007.

SEDLACEK, J.D.; FRILEY, K.L.; POMPER, K.W. Ladybeetles composition and abundance in sweet corn bordered by pasture, buckwheat or sunflower companion plants. **Journal of the Kentucky Academy of Science**, v.73, p.96-100, 2012.

SENGONCA, C.; KRANZ, J.; BLAESTER, P. Attractiveness of three weed species to polyphagous predators and their influence on aphids populations in adjacent lettuce cultivations. **Journal of Pest Science**, v.75, p.161-165, 2002.

SHELDON, J.K.; MACLEOD, E.G. Studies on the biology of the Chrysopidae II. The feeding behavior of the adult of *Chrysopa carnea* (Neuroptera). **Psyche**, v. 78, n. 1-2, p. 107-121, 1971.

SHRESTHA, B.; FINKE, D. L.; PIÑERO, J. C. The ‘botanical triad’: the presence of insectary plants enhances natural enemy abundance on trap crop plants in an organic cabbage agro-ecosystem. **Insects**, v. 10, n. 6, p. 181, 2019.

SILVA, A.C.G *et al.* Sexual maturity, lack of partner choice and sperm precedence in the promiscuous ladybird beetle *Eriopis connexa* (Germar): Who is my father? **Behavioural Processes**, v. 192, p. 104500, 2021.

SILVA, R.B *et al.* Biological aspects of *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on different insect pests of maize (*Zea mays* L.) and sorghum [*Sorghum bicolor* L. (Moench)]. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, p. 419-424, 2013.

SILVA, R.B *et al.* Fecundidade e fertilidade de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) com ovos de *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae). **In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28.; Simpósio Brasileiro sobre a Lagarta do Cartucho, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos... Sete Lagoas: ABMS, 2010., 2010.

SILVA, R.B *et al.* Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of the predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa*. **Phytoparasitica**, v.37, p.115–123, 2009.

SILVIE, P.; LEROY, T.; MICHEL, B.; BOURNIER, J.P. Manual de identificação dos

inimigos naturais no cultivo do algodão. Cascavel: Codetec/CIRAD, 2001. 74p. (Boletim Técnico, 35).

SOUZA, L.A.D *et al.* Structure and composition of the insect community associated with flower buds and inflorescences of *Byrsonima verbascifolia* (Malpighiaceae). **Journal of Natural History**, v. 54, n. 45-46, p. 2909-2925, 2020.

STOWE, E.; MICHAUD, J.P.; KIM, T. Floral resources enhance fecundity, but not flight activity, in a specialized aphid predator, *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). **Frontiers in Ecology and Evolution**, p. 619, 2021a.

STOWE, H.E.; MICHAUD, J.P.; KIM, T. The benefits of omnivory for reproduction and life history of a specialized aphid predator, *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology**, v. 50, n. 1, p. 69-75, 2021b.

SUTTER, L.; ALBRECHT, M.; JEANNERET, P. Landscape greening and local creation of wildflower strips and hedgerows promote multiple ecosystem services. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, n. 2, p. 612-620, 2018.

TESFU, F *et al.* Evaluation of *Parthenium hysterophorus* L. powder against *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae) on chickpea under laboratory conditions. **African Journal of Agriculture Research**, v. 8, p. 5405-5410, 2013.

TIWARI, S.; SHARMA, S.; WRATTEN, S.D. Flowering alyssum (*Lobularia maritima*) promote arthropod diversity and biological control of *Myzus persicae*. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 23, n. 3, p. 634-640, 2020.

TOGNI, P.H.B *et al.* Mechanisms underlying the innate attraction of an aphidophagous coccinellid to coriander plants: Implications for conservation biological control. **Biological Control**, v. 92, p. 77-84, 2016.

TOOKER, J.F.; HAUSER, M.; HANKS, L.M. Floral host plants of Syrphidae and Tachinidae (Diptera) of central Illinois. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 99, n. 1, p. 96-112, 2006.

TSCHUMI, M *et al.* Targeted flower strips effectively promote natural enemies of aphids. **IOBCwprs Bull**, v. 100, p. 131-135, 2014.

VAN RIJN, P.C.J; VAN HOUTEN, Y.M.; SABELIS, M.W. How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. **Ecology**, v. 83, n. 10, p. 2664-2679, 2002.

VENZON, M *et al.* Controle alternativo de pragas e doenças: opção ou necessidade?. Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. 152 p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Alexandre-Diniz/publication/355890046\\_Antocorideos\\_como\\_agentes\\_de\\_controle\\_biologico\\_avancos\\_e\\_desafios/links/6182ea31eef53e51e126be94/Antocorideos-como-agentes-de-controle-biologico-avancos-e-desafios.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alexandre-Diniz/publication/355890046_Antocorideos_como_agentes_de_controle_biologico_avancos_e_desafios/links/6182ea31eef53e51e126be94/Antocorideos-como-agentes-de-controle-biologico-avancos-e-desafios.pdf). Acesso em: 19 mar. 2023.

WALTON, N.J.; ISAACS, R. Survival of three commercially available natural enemies

exposed to Michigan wildflowers. **Environmental entomology**, v. 40, n. 5, p. 1177-1182, 2011.

WANG, Y.S *et al.* Effects of four non-crop plants on life history traits of the lady beetle *Harmonia axyridis*. **Entomol. Gen**, v. 40, n. 3, p. 243-252, 2020.

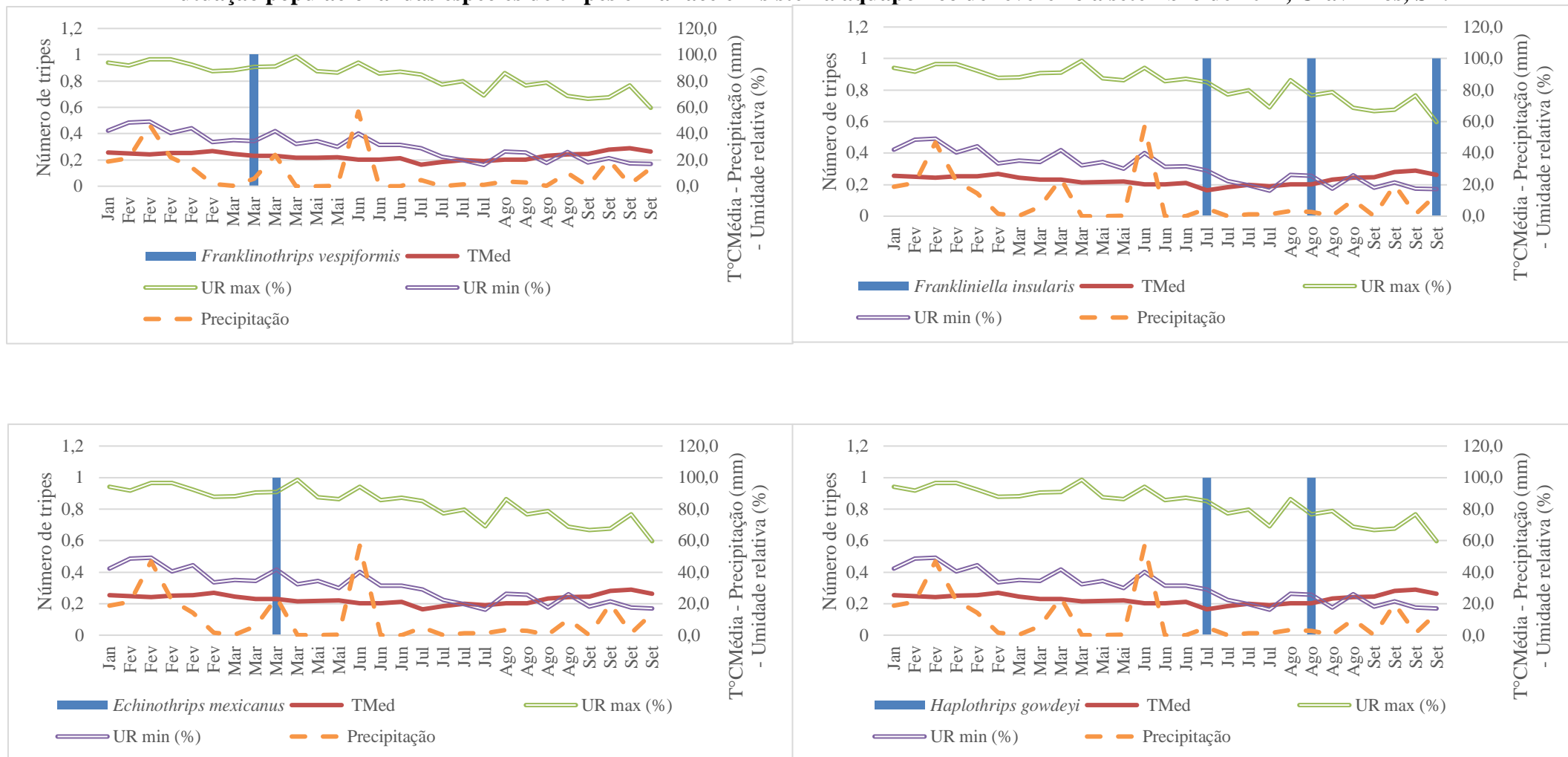
WOLF, S.; ROMEIS, J.; COLLATZ, J. Utilization of plant-derived food sources from annual flower strips by the invasive harlequin ladybird *Harmonia axyridis*. **Biological Control**, v. 122, p. 118-126, 2018.

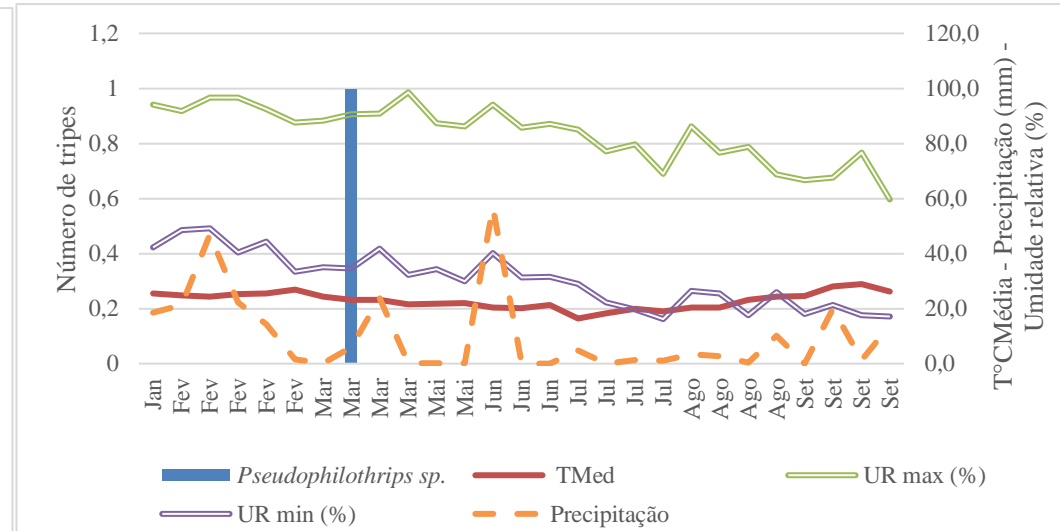
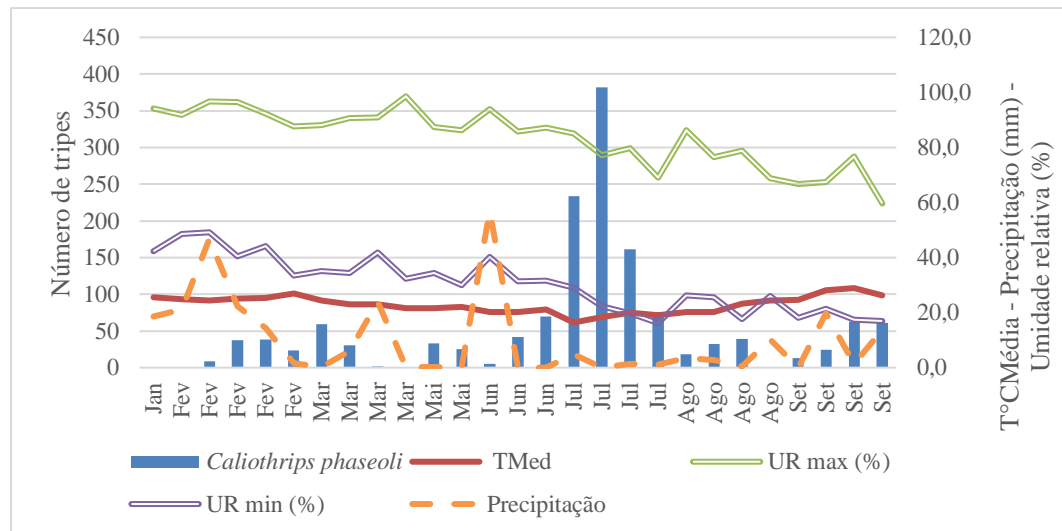
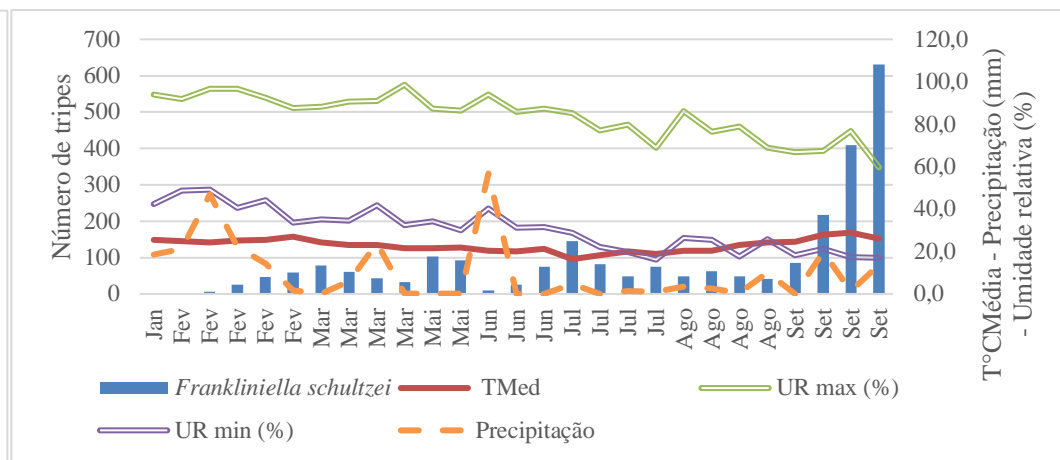
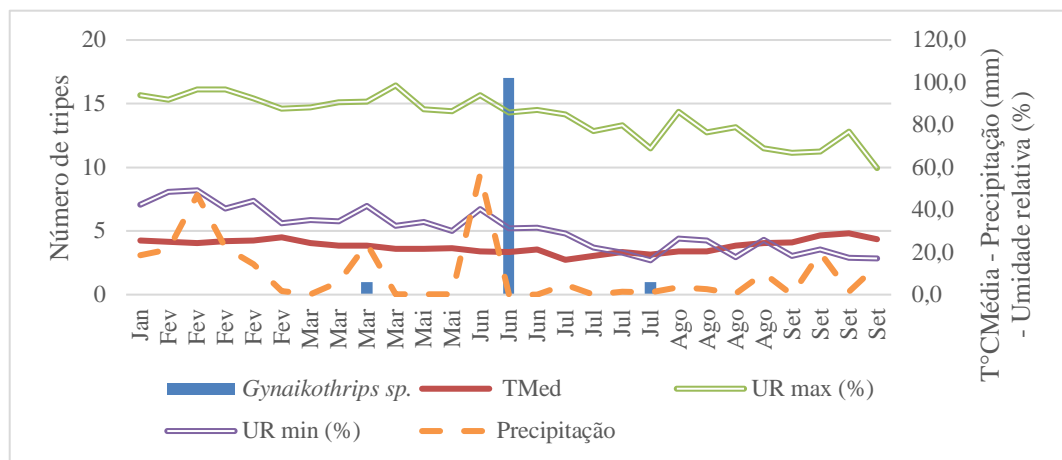
ZHAO, J *et al.* Using *Calendula officinalis* as a floral resource to enhance aphid and thrips suppression by the flower bug *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). **Pest Management Science**, v. 73, n. 3, p. 515-520, 2017.

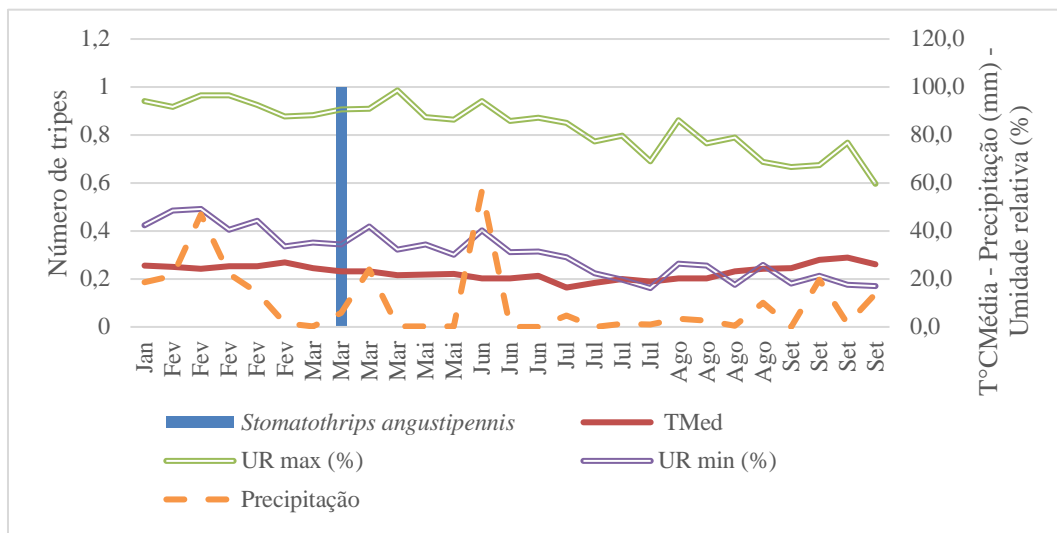


## ANEXOS

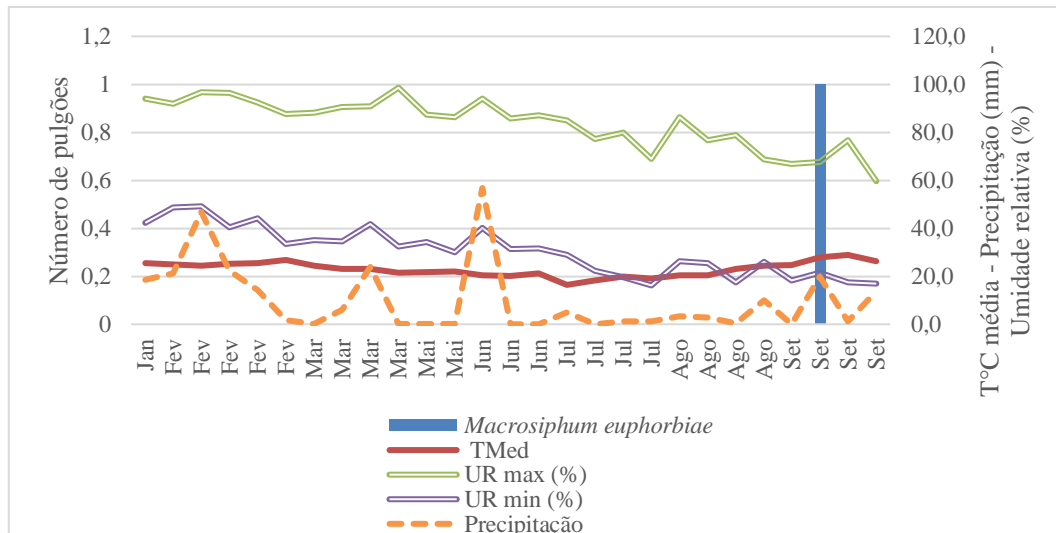
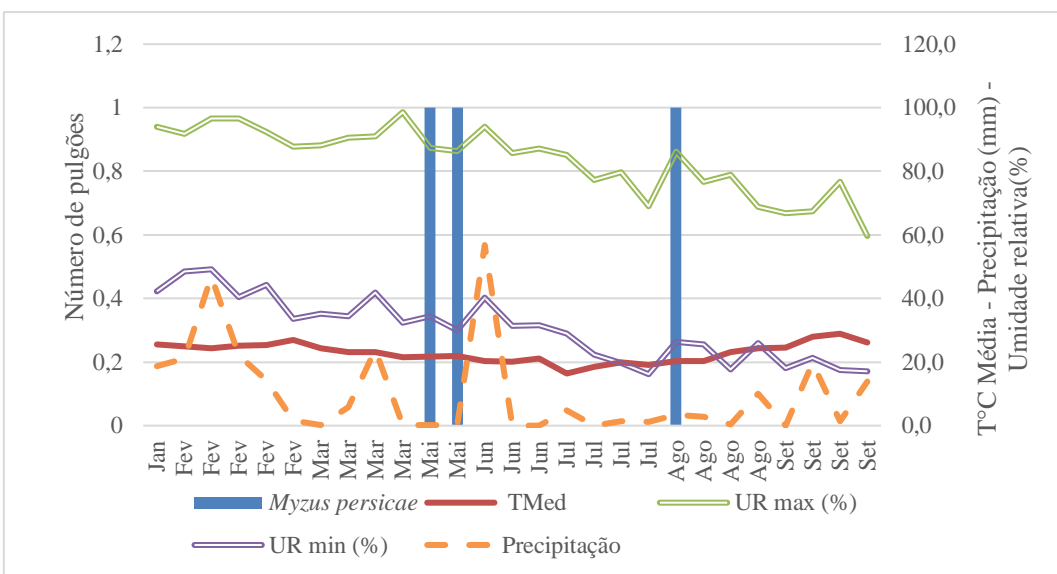
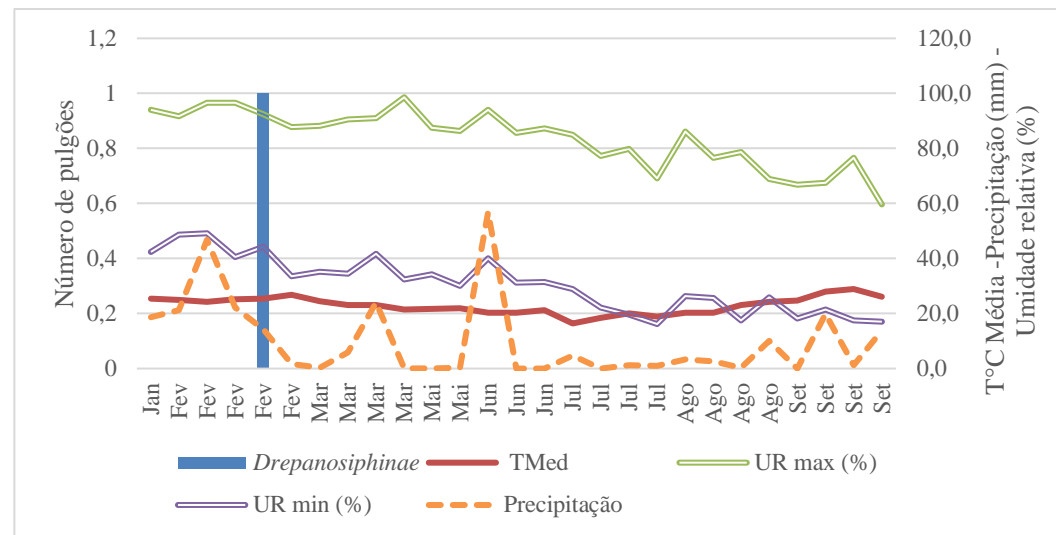
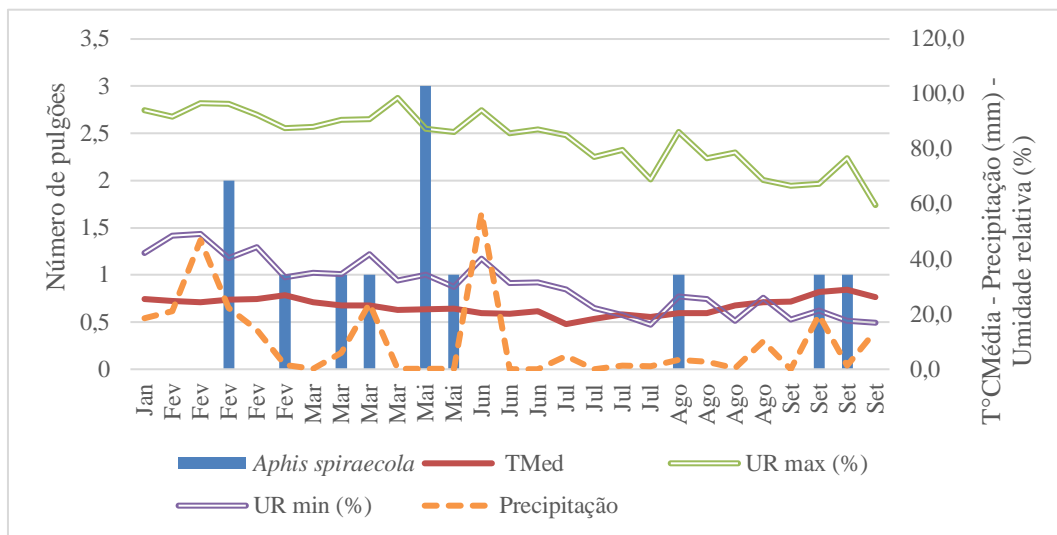
Flutuação populacional das espécies de tripes em alface em sistema aquapônico de fevereiro a setembro de 2021, Cravinhos, SP.

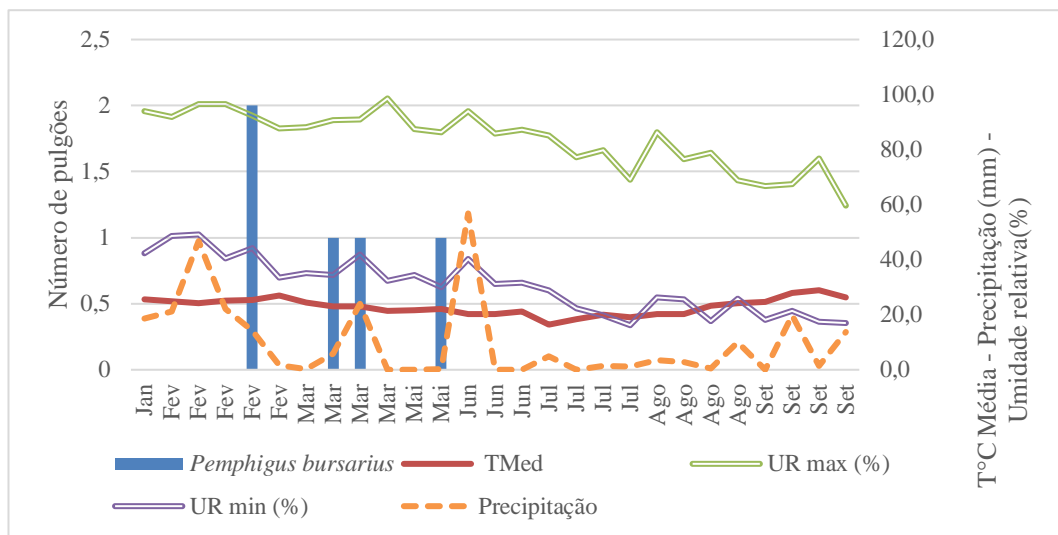






### Flutuação populacional das espécies de pulgões em alface em sistema aquapônico de fevereiro a setembro de 2021, Cravinhos, SP.





### Flutuação populacional das espécies de joaninhas coletados em alface em sistema aquapônico de fevereiro a setembro de 2021, Cravinhos, SP.

