



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

BRUNA RAFAELA MONTEIRO CAMPELO

PODE ACARICIDAS MODULAR INTERAÇÕES ENTRE ESPÉCIES DE  
ÁCAROS PREDADORES?

Recife  
2025

BRUNA RAFAELA MONTEIRO CAMPELO

PODE ACARICIDAS MODULAR INTERAÇÕES ENTRE ESPÉCIES DE  
ÁCAROS PREDADORES?

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós Graduação em  
Biologia Animal da Universidade  
Federal de Pernambuco, Centro de  
Biotecnologias, como requisito para a  
obtenção do título de Mestre em  
Biologia Animal. Área de  
concentração: Biologia Animal.

Orientador (a): Prof. Dr<sup>a</sup>. Debora Barbosa de Lima Melo

Recife  
2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Campelo, Bruna Rafaela Monteiro.

Pode acaricidas modular interações entre espécies de ácaros predadores? / Bruna Rafaela Monteiro Campelo. - Recife, 2025.  
45f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, 2025.

Orientação: Débora Barbosa de Lima Melo.

Inclui referências.

1. Phytoseiidae; 2. Predação Intraguilda; 3. Abamectina; 4. Alimento Extraguilda. I. Melo, Débora Barbosa de Lima. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

BRUNA RAFAELA MONTEIRO CAMPELO

PODE ACARICIDAS MODULAR INTERAÇÕES ENTRE ESPÉCIES DE ÁCAROS  
PREDADORES?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Biologia Animal. Área de concentração: Biologia Animal.

Aprovado em: 29/ 07 / 2025.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Debora Barbosa de Lima Melo (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

---

Luciana Iannuzzi (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

Paulo Fellipe Cristaldo (Examinador Externo)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Recife  
2025

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), por ceder o Laboratório de Acarologia para a realização deste trabalho.

À FACEPE, pela concessão de bolsa de estudo e pelo incentivo a pesquisa.

À minha professora e orientadora Debora Barbosa de Lima Melo, pela confiança e incentivo acadêmico durante esses anos.

Ao Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo, por acompanhar junto com a minha orientadora o meu desenvolvimento acadêmico.

À Isabel Gomes, pela amizade e parceria que perdura desde a graduação. Isabel, você mora no meu coração!

À Beatriz Nunes e João Ribeiro, pela alegria que é estar perto de vocês durante o dia para dar boas gargalhadas e compartilhar os desafios que a vida traz.

À Ana Júlia, por sua ajuda nos experimentos e por ter enfrentado comigo alguns “perrengues” que renderam boas risadas.

Aos amigos de laboratório, por compartilharem comigo boas conversas e risadas! É bom passar o dia com vocês!

À base, minha querida e amiga mãe. A senhora é quem sempre está na torcida e nos bastidores da minha vida! Muito obrigada!

Grata pela oportunidade que me foi dada! “Que darei eu ao Senhor, por todos os benefícios que me tem feito?” - Salmo 116:12.

Muito obrigada!

## RESUMO

A predação intraguilda é uma interação predador-predador que envolve duas forças ecológicas: competição e predação, na qual predadores matam e consomem potenciais competidores da mesma guilda. Isso ocorre especialmente quando a quantidade de recursos alimentares disponíveis no ambiente é baixa. O saldo final dessa interação depende da produtividade do ambiente, e tanto fatores intrínsecos aos organismos envolvidos, quanto fatores extrínsecos como os contaminantes (pesticidas) e alimentos extraguilda podem afetar essa interação. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar a predação intraguilda entre *Amblyseius largoensis* (Muma) e *Euseius alatus* DeLeon com foco em aspectos ecológicos e antrópicos que podem modular essa interação. Para isso, foi avaliada a influência de recurso alimentar extraguilda (pólen); o impacto de resíduos subletais do pesticida abamectina e os efeitos dessas variáveis sobre o consumo, a oviposição e dinâmica populacional dos predadores. Os resultados dos experimentos demonstraram que tanto o consumo quanto a oviposição de ambos predadores foram afetados pela presença de resíduos de pesticidas e alimento extraguilda (pólen). Experimentos de dinâmica populacional indicaram que a população de *A. largoensis* é predominante; contudo, resíduos de pesticida reduziram a expectativa de vida de ambas as populações de predadores.

**Palavras-chave:** Phytoseiidae; Predação Intraguilda; Abamectina; Alimento Extraguilda.

## ABSTRACT

Intraguild predation is a predator-predator interaction that involves two ecological forces: competition and predation, in which predators kill and consume potential competitors from the same guild. This occurs especially when the amount of food resources available in the environment is low. The final balance of this interaction depends on the productivity of the environment, and both intrinsic factors of the organisms involved and extrinsic factors such as contaminants (pesticides) and extraguild food can affect this interaction. Thus, the objective of this study was to investigate intraguild predation between *Amblyseius largoensis* (Muma) and *Euseius alatus* DeLeon, focusing on ecological and anthropogenic aspects that can modulate this interaction. To this end, the influence of extraguild food resources (pollen) was evaluated; the impact of sublethal residues of the pesticide abamectin and the effects of these variables on consumption, oviposition, and population dynamics of the predators were analyzed. The results of the experiments demonstrated that both the consumption and oviposition of both predators were affected by the presence of pesticide residues and extraguild food (pollen). Population dynamics experiments indicated that the population of *A. largoensis* is predominant; however, pesticide residues reduced the lifespan of both predator populations.

**Keywords:** Phytoseiidae; Intraguild Predation; Abamectin; Extraguild Food.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** : Unidade experimental para avaliar os efeitos dos resíduos de pesticida e do alimento extraguilha (pólen) na predação intraguilha e oviposição dos predadores. .... 34
- Figura 2** : Predação intraguilha (consumo de ovos e larvas) (A e B) na presença e/ou ausência de resíduos de pesticida e/ou presença de alimento extraguilha (pólen). Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste não paramétrico Wilcoxon. .... 36
- Figura 3** : Oviposição de *A. largoensis* e *E. alatus* (A e B) na presença e/ou ausência de resíduos de pesticida e/ou presença de alimento extraguilha (pólen). Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste não paramétrico Wilcoxon. .... 37
- Figura 4** : Dinâmica populacional de *A. largoensis* e *E. alatus* na ausência (A) e presença resíduo de pesticida (B) e de pólen. Em todas as avaliações foi verificada diferença entre os tratamentos, exceto no tempo 0 e quando indicado por *ns* (não significativo,  $P > 0,05$ ). .... 38



## SUMÁRIO

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....                                                                                                                     | 10 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO .....                                                                                                            | 11 |
| 2.1 PREDÇÃO INTRAGUILDA .....                                                                                                          | 11 |
| 2.2 ÁCAROS FITOSEÍDEOS .....                                                                                                           | 12 |
| 2.3 ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA ÁCAROS FITOSEÍDEOS .....                                                                               | 15 |
| 2.4 PESTICIDA .....                                                                                                                    | 15 |
| 3 ARTIGO .....                                                                                                                         | 29 |
| RESUMO .....                                                                                                                           | 29 |
| ABSTRACT .....                                                                                                                         | 30 |
| 4 INTRODUÇÃO .....                                                                                                                     | 31 |
| 5 MATERIAIS E MÉTODOS .....                                                                                                            | 32 |
| 5.1 COLETA E CRIAÇÃO DE ÁCAROS PREDADORES .....                                                                                        | 32 |
| 5.2 PESTICIDA .....                                                                                                                    | 32 |
| 5.3 EFEITOS DOS RESÍDUOS DE PESTICIDA E DO ALIMENTO<br>EXTRAGUILDA (PÓLEN) NA PREDÇÃO INTRAGUILDA E OVIPOSIÇÃO DOS<br>PREDADORES ..... | 33 |
| 5.4 EFEITOS DOS RESÍDUOS DE PESTICIDA SOBRE A DINÂMICA<br>POPULACIONAL DOS PREDADORES EM ARENAS .....                                  | 34 |
| 6 RESULTADOS .....                                                                                                                     | 35 |
| 6.1 EFEITOS DOS RESÍDUOS DE PESTICIDA E DO ALIMENTO<br>EXTRAGUILDA (PÓLEN) NA PREDÇÃO INTRAGUILDA E OVIPOSIÇÃO DOS<br>PREDADORES ..... | 35 |
| 6.2 EFEITOS DOS RESÍDUOS DE PESTICIDA SOBRE A DINÂMICA<br>POPULACIONAL DOS PREDADORES EM ARENAS .....                                  | 37 |
| 7 DISCUSSÃO .....                                                                                                                      | 38 |
| 8 REFERÊNCIAS CITADAS .....                                                                                                            | 42 |

## 1 INTRODUÇÃO

As interações ecológicas desempenham papéis essenciais para o funcionamento dos ecossistemas (Begon *et al.*, 2006). Essas interações são de vários tipos, ocorrem em diferentes níveis tróficos (Begon *et al.*, 2006; Price *et al.*, 2011) e podem ser capazes de influenciar a estrutura e a dinâmica de comunidades (Polis, 1981; Schausberger & Croft, 2000; Chase *et al.*, 2002; HilleRisLambers & Dieckmann 2003). A predação intraguilda é uma interação que tem o potencial de interferir na coexistência e exclusão das espécies envolvidas (Holt & Polis, 1997; Mylius *et al.*, 2001). Assim, a predação intraguilda pode ter consequências para a distribuição e composição das espécies no ambiente (Polis, 1981; Schausberger & Croft, 2000), bem como no manejo da conservação de agentes de biocontrole nos sistemas agrícolas (Rosenheim *et al.*, 1995).

Em sistemas agrícolas, a predação intraguilda é observada entre os ácaros fitoseídeos (Buitenhuis *et al.*, 2010; Janssen & Sabelis, 2015; Maleknia *et al.*, 2016; Momen *et al.*, 2021). As interações entre esses predadores podem ser moduladas por alguns fatores (Zhang & Croft, 1995; Mylius *et al.*, 2001; Janssen *et al.*, 2007), inclusive a exposição a contaminantes (pesticidas) (Croft, 1990; Wright & Verkerk, 1995; Guedes *et al.*, 2017). Os pesticidas podem induzir efeitos letais ou subletais sobre espécies de fitoseídeos (Bergeron & Schmidt-Jeffris, 2020; Schmidt-Jeffris, 2021). Nos sistemas agrícolas, a exposição de fitoseídeos a pesticidas é frequente, visto que a integração de métodos de controle biológico e químico tem sido uma estratégia eficiente em programas de manejo de espécies nocivas (Bueno & Torres, 2018).

*Amblyseius largoensis* (Muma) e *Euseius alatus* De Leon são exemplos de ácaros fitoseídeos que coexistem e compartilham o mesmo alimento, ambos associadas ao ácaro-praga *Aceria guerreri* Keifer (Lawson-Balagbo *et al.*, 2008). Esses predadores são encontrados principalmente nos folíolos e, eventualmente, na superfície dos frutos de coqueiro (Lawson-Balagbo *et al.*, 2008; Reis *et al.*, 2008). O objetivo deste estudo foi investigar a predação intraguilda entre *Amblyseius largoensis* (Muma) e *Euseius alatus* DeLeon com foco em aspectos ecológicos e antrópicos que podem modular essa interação. Para isso, foi avaliada a influência de recurso alimentar extraguilda (pólen); o impacto de resíduos subletais do pesticida abamectina e os efeitos dessas

variáveis sobre o consumo, a oviposição e dinâmica populacional dos predadores.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PREDACÃO INTRAGUILDA

A predação intraguilda é uma interação predador-predador que envolve duas forças ecológicas: a competição e a predação (Polis *et al.*, 1989). Nessa interação, predadores matam e consomem potenciais competidores (da mesma guilda) que compartilham presas/recursos (Polis *et al.*, 1989). Isso ocorre especialmente quando a quantidade de recursos alimentares disponíveis no ambiente é baixa (Polis *et al.*, 1989; Onzo *et al.*, 2005; Zannou *et al.*, 2005; González-Fernández *et al.*, 2009). Nesse contexto, a predação intraguilda é uma alternativa para ganhos nutricionais e energéticos que podem contribuir para a persistência de predadores no ambiente (Polis *et al.*, 1989). Além disso, é uma oportunidade de eliminar do ambiente um competidor e predador de si mesmo e da sua prole (Polis *et al.*, 1989). Modelos teóricos sugerem que a predação intraguilda é capaz de moldar a dinâmica populacional e a estrutura de comunidades (Mylius *et al.*, 2001; Van de Wolfshaar *et al.*, 2006; Hin *et al.*, 2011), visto que a distribuição, abundância e evolução das espécies envolvidas podem ser alteradas (Polis *et al.*, 1989; Holt & Polis, 1997).

Na predação intraguilda estão envolvidas pelo menos três espécies, são elas: o predador intraguilda, a presa intraguilda e a presa/recurso compartilhado (presa extraguilda) (Polis & Holt, 1992; Holt & Polis, 1997). Esta última é consumida pelo predador intraguilda e pela presa intraguilda. A presa intraguilda é apenas consumida pelo predador intraguilda. O saldo final dessa interação pode depender de fatores como variação temporal (Mylius *et al.*, 2001), estrutura do habitat (Roda *et al.*, 2000, Janssen *et al.*, 2007, Seelmann *et al.*, 2007), partição espacial de nincho (Finke & Denno, 2006), acesso a presas extraguilda (Daugherty *et al.*, 2007; Holt & Huxel, 2007; Gagnon & Brodeur, 2014), tamanho corporal (Magalhães *et al.*, 2005; Rudolf & Armstrong, 2008), especialização e sobreposição de dieta do predador intraguilda e da presa intraguilda (Zhang & Croft, 1995).

A coexistência de predador intraguilda, presa intraguilda e presa/recurso compartilhado dependerá da produtividade do ambiente e da dominância competitiva da presa intraguilda em relação ao predador intraguilda (Polis *et*

*al.*, 1989; Mylius *et al.*, 2001). Para coexistir com o predador intraguilha, a presa intraguilha deverá ser a espécie competidora eficiente pelo recurso (Polis & Holt, 1992). Caso contrário, a presa intraguilha não persistirá no ambiente, pois será afetada tanto pela competição quanto pela predação intraguilha (Mylius *et al.*, 2001). Em caso de predação intraguilha recíproca, ou seja, quando o predador intraguilha e a presa intraguilha se alimentam um do outro (Polis *et al.*, 1989; Wissinger, 1992; Woodward & Hildrew, 2002; Montserrat *et al.*, 2012), a possibilidade de coexistência é reduzida. Neste cenário, ambos competidores podem ser excluídos do ambiente ou apenas um competidor persiste sozinho com a presa/recurso disponível (HilleRisLambers & Dieckmann, 2003; Van der Hammen *et al.*, 2010; Montserrat *et al.*, 2012).

A predação intraguilha tem sido observada em ácaros predadores plantícolas da família Phytoseiidae (fitoseídeos) (Schausberger & Croft, 2000; Hatherly *et al.*, 2005; Fitzgerald *et al.*, 2007; Negloh *et al.*, 2012; Maleknia *et al.*, 2016; Momen & Abdel-Khalek, 2021). O consumo de presas intraguilha geralmente ocorre por fêmeas adultas (predador intraguilha) a estágios imaturos (presa intraguilha) (Schausberger, 2003; Hatherly *et al.*, 2005; Magalhães *et al.*, 2005; Choh *et al.*, 2012; Montserrat *et al.*, 2012). Do ponto de vista aplicado, a predação intraguilha é uma importante interação a ser avaliada antes da liberação de espécies de inimigos naturais em sistemas agrícolas.

## 2.2 ÁCAROS FITOSEÍDEOS

Os ácaros fitoseídeos (Mesostigmata: Phytoseiidae) estão entre os principais grupos de ácaros de importância agrícola (Moraes & Flachtmann, 2008). Em campo, esses predadores estão presentes em diversas culturas (Van Lenteren, 2012; Knapp *et al.*, 2018; Van Lenteren *et al.*, 2018) e são facilmente encontrados, principalmente em folhas próximos as nervuras ou em estruturas como galhas e eríneas (Moraes & Flachtmann, 2008; McMurtry, 2010; McMurtry *et al.*, 2013). Esses ácaros possuem movimentos ágeis e apresentam características morfológicas, como corpo em formato subcircular, piriforme ou alongado de coloração brilhante que varia do marrom-claro ao amarelo-claro (Fontes & Valadares-Inglis, 2020). Medem aproximadamente entre 200 a 600 µm de comprimento (Walter & Proctor, 2013) e localizam suas

presas e reconhecem o ambiente quimicamente através de estruturas sensoriais do primeiro par de pernas e palpos (Sabelis, 1981).

O ciclo de vida dos fitoseídeos passa por cinco estágios de desenvolvimento: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (Denmark, 2004). Os ovos são um pouco alongados de coloração inicial translúcido que gradualmente passa a ser leitoso (Fontes & Valadares-Inglis, 2020). As larvas possuem três pares de pernas, enquanto as fases de protoninfa, deutoninfa e adulto possuem quatro pares de pernas (Fontes & Valadares-Inglis, 2020). Em condições ambientais favoráveis, a fase imatura de algumas espécies de fitoseídeos pode levar em torno de cinco dias para se desenvolver, mas o comum é de sete a dez dias (rápido desenvolvimento em relação às suas presas) (Fontes & Valadares-Inglis, 2020). Os adultos vivem geralmente de 20 a 30 dias. Sob alimentação adequada, a taxa de oviposição em algumas espécies é de até 4 ovos por dia, mas o comum é de um a dois ovos por dia (Sabelis, 1985). Nem todos alimentos consumidos por esses predadores têm o mesmo valor nutricional, alguns servem apenas para a sobrevivência (suplementares) e outros para além da sobrevivência, reprodução (alternativos) (Overmeer, 1985). A reprodução na maioria das espécies de fitoseídeos ocorre pelo processo de pseudoarrenotoquia ou para-haploidia (Hoy & Cave, 1979; Nelson-Rees *et al.*, 1980; Sabelis & Nagelkerke, 1988).

Os fitoseídeos podem ser classificados, de maneira geral, como especialistas e generalistas (McMurtry & Rodriguez, 1987). McMurtry & Croft (1997) classificaram os fitoseídeos em quatro tipos de acordo com os “estilos de vida”. Recentemente esta classificação foi atualizada por McMurtry *et al.*, 2013. Os “estilos de vida” levam em consideração os aspectos biológicos dos fitoseídeos, como os hábitos alimentares, a morfologia, o comportamento de busca de presas e o micro-habitat onde se encontram (McMurtry *et al.*, 2013). Segundo McMurtry *et al.*, (2013), o estilo de vida Tipo I corresponde aos predadores especialistas. Esses predadores são distintos pela alimentação em subtipos: I-a: predadores especializados em ácaros do gênero *Tetranychus* (Tetranychidae); I-b: predadores especializados em ácaros que produzem teia em forma de “ninhos” (Tetranychidae); I-c: predadores especializados em tifeídeos (Tydeidae). Tipo II, predadores seletivos de ácaros tetraniquídeos, no entanto possuem espectro alimentar mais amplo que os especialistas do Tipo I. Tipo III, predadores generalistas. Esses predadores são

distintos pelo micro-habitat e morfologia em subtipos: IIIa- predadores que vivem em folhas pubescentes; IIIb- predadores que vivem em folhas glabras; IIIc- predadores que vivem em espaço confinado em plantas dicotiledôneas; IIId- predadores que vivem em espaços confinados em plantas monocotiledôneas; IIle- predadores que vivem no solo/serapilheira. Tipo IV, predadores generalistas que se alimentam preferencialmente de pólen, mas podem ter como presas ácaros, insetos, nematóides, fungos exsudatos de plantas e secreções de insetos sugadores. Do ponto de vista aplicado, a classificação dos fitoseídeos torna eficiente o uso desses predadores em sistemas agrícolas (McMurtry & Scriven, 1968; McMurtry *et al.* 1992; McMurtry & Scriven, 1971; McMurtry & Croft, 1997; Furtado *et al.*, 2006; Ferrero *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2010; Navajas *et al.*, 2012).

Os fitoseídeos são os principais agentes de biocontrole de ácaros fitófagos e insetos (Gerson & Weintraub, 2012; McMurtry *et al.*, 2013; Knapp *et al.*, 2018; Navia *et al.*, 2020). Devido a eficiência desses predadores, muitas espécies são criadas em larga escala e comercializadas no Brasil e em outros países (Van Lenteren, 2012). Em sistemas é comum observar a ocorrência natural de diversas espécies desses predadores (Gondim Jr & Moraes 2001; Lawson-Balogbo *et al.* 2008). Ácaros predadores que coexistem em uma cultura podem compartilhar recursos alimentares e interagir entre si (Schausberger, 1998). Essa coexistência e as consequências das interações podem influenciar o desempenho dos predadores no controle biológico (Schausberger & Walzer *et al.*, 2001).

*Amblyseius largoensis* e *E. alatus* são predadores que coexistem em folíolos de coqueiro e compartilham o mesmo recurso alimentar, *A. guerreronis*, durante a dispersão dessa praga (Gondim Jr & Moraes 2001; Galvão *et al.*, 2007; Melo *et al.*, 2009). Com base em seus hábitos alimentares, micro-habitat e morfologia, *A. largoensis* e *E. alatus* podem ser classificados como predadores generalistas Tipo III-b e Tipo IV (se alimentam preferencialmente de pólen) respectivamente (McMurtry *et al.*, 2013). A coocorrência dessas duas espécies pode gerar interações como predação intraguilda, cujos efeitos podem impactar a dinâmica populacional desses predadores e sua eficácia no controle biológico.

## 2.3 ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA ÁCAROS FITOSEÍDEOS

O regime alimentar dos ácaros fitoseídeos é bem variado, especialmente dos predadores generalistas (McMurtry *et al.*, 2013). Naturalmente, esses predadores podem ter como presas ácaros de diferentes famílias e pequenos insetos (Gerson & Weintraub, 2012; McMurtry *et al.*, 2013). Além desses, os alimentos chamados de “alternativos” podem ser adicionados à dieta (McMurtry *et al.*, 2013; Moretti *et al.*, 2023), tais como esporos de fungos, exsudatos de plantas, secreções de insetos sugadores e pólen (McMurtry *et al.*, 1997; McMurtry *et al.*, 2013; Gnanvossou *et al.*, 2005; Vantornhout *et al.*, 2005). Os alimentos alternativos podem garantir a sobrevivência e reprodução desses predadores em períodos de escassez de presas (Hoogerbrugge *et al.*, 2008; Messelink *et al.*, 2014). No entanto, o valor nutricional dos alimentos alternativos pode variar (Goleva & Zebitz, 2013; Ranabhat *et al.*, 2014; Khanamani *et al.*, 2017; Calabuig *et al.*, 2018), assim afetar de maneira diferente o desenvolvimento, sobrevivência e reprodução dos ácaros predadores (Broufas & Koveos, 2000; Goleva & Zebitz, 2013; Marques *et al.*, 2014).

O pólen tem se mostrado um alimento alternativo no qual os ácaros fitoseídeos apresentam melhor desempenho de desenvolvimento e reprodução (Van Rijn & Tanigoshi, 1999; Massaro *et al.*, 2016; Tsolakis *et al.*, 2016; Liu & Zhang, 2017; Moretti *et al.*, 2023). O pólen é fonte de carboidratos, proteínas, lipídeos, aminoácidos e vitaminas (Riahi *et al.*, 2016), e tem sido usado como estratégia no controle biológico para o estabelecimento e conservação de ácaros fitoseídeos em sistemas agrícolas (Gurr *et al.*, 2017). Como um alimento alternativo, o pólen pode influenciar a dinâmica populacional desses predadores (Van Rijn *et al.*, 2002; Nomikou *et al.*, 2010; Delisle *et al.*, 2015; Lee & Zhang, 2018) modelando interações, como na predação intraguilda (Shakya *et al.*, 2009; Calabuig *et al.*, 2018). No contexto da interação por predação intraguilda, o pólen é um alimento extraguilda, por não pertencer à guilda de predadores.

## 2.4 PESTICIDA

Pesticidas são defensivos agrícolas utilizados para supressão de espécies nocivas. São classificados de acordo com o modo de ação e grupo químico (IRAC, 2025), e podem atuar por diferentes vias de exposição através

do contato direto, residual e consumo de alimentos contaminados (Pozzebon *et al.*, 2011). Agem na fisiologia dos ácaros, incluindo o sistema nervoso (Dekeyser, 2005; IRAC, 2025). Pesticidas neurotóxicos são frequentemente utilizados em campo devido a sua rápida ação na supressão de espécies nocivas e por possuírem múltiplos mecanismos de ação (Casida & Quistad, 2004).

A aplicação de pesticidas em sistemas agrícolas é uma das principais estratégias no manejo integrados de pragas (Guedes *et al.*, 2016). No sistema de produção de coco (*Cocos nucifera* L.) alguns pesticidas são registrados tendo como ingrediente ativo, a abamectina (Agrofit, 2025). A abamectina é uma substância lactona macrocíclica do grupo das avermectinas (Lasota & Dybas, 1991), age no sistema nervoso como modeladores alostéricos de canais de cloro mediados pelo glutamato (IRAC, 2025). Embora as concentrações aplicadas em campo visem causar efeitos letais a espécie-alvo (Agrofit, 2025), resíduos de pesticidas podem causar efeitos subletais em espécies não-alvo, como em ácaros fitoseídeos (Desneux *et al.*, 2007; Guedes *et al.*, 2017).

A exposição desses predadores aos resíduos de pesticidas pode ocorrer durante o processo de pulverização, ao entrarem em contato com superfícies contaminadas de plantas, ao consumirem presas contaminadas ou durante o processo de degradação do contaminante (Jepson 1989; Guedes *et al.*, 2016). Os efeitos subletais em ácaros fitoseídeos incluem redução da sobrevivência (Kim & Yoo, 2002; Barros *et al.*, 2022), alteração no comportamento de caminhamento (Reis *et al.*, 2005), na predação (Lima *et al.*, 2015; Sousa Neto *et al.*, 2020; Barros *et al.*, 2022), na localização de presas (Teodoro *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2016) e no período de oviposição (Hamedi *et al.*, 2010; Bowie *et al.*, 2001; Lima *et al.*, 2015).

Tais efeitos podem ser minimizados em alguns fitoseídeos por meio de respostas fisiológicas de proteção, como a produção de enzimas detoxificadoras (glutathione-S-transferase, esterases e oxidasas (Motoyama *et al.*, 1977; Anber & Oppenoorth 1989; Sato *et al.*, 2000, 2006). A detoxificação dos fitoseídeos se revela uma importante estratégia de sobrevivência, visto que em sistemas agrícolas são utilizadas estratégias biológicas (liberação, incremento e/ou conservação e um predador particular) integradas a



estratégias químicas (pesticidas) para supressão de espécies nocivas (Croft, 1990).

## REFERÊNCIAS CITADAS

AGROFIT. Sistema de agrotóxicos Fitossanitários do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, <http://www.agricultura.gov.br>. 2025.

ANBER, H.A.I.; & OPPENOORTH, F.J. A mutant esterase degrading organophosphates in a resistant strain of the predacious mite *Amblyseius potentillae* (Garman). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 33, p. 283–297, 1989.

BARROS, M. E. N.; DA SILVA, F. W. B.; DE LIMA, D. B.; & DA SILVA MELO, J. W. Biopesticide and acaricides impair survival, predation, oviposition, and conversion of food into eggs of a phytoseiid mite, *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 27, n. 10, p. 1867–1877, 2022.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R. & HARPER, J.L. Interspecific Competition, p. 227–265. In: Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. (eds.), *Ecology: from individuals to ecosystems*, 4th ed. United Kingdom, Blackwell Publishing, 2006.

BERGERON, P.E.; & SCHMIDT-JEFFRIS, R.A. Not all predators are equal: miticide non-target effects and differential selectivity. **Pest Management Science**, v. 76, p. 2170–2179, 2020.

BOWIE, M.H.; WORNER, S.P.; KRIPS, O.E.; & PENMAN, D.R. Sublethal effects of esfenvalerate residues on pyrethroid resistant *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) and its prey *Panonychus ulmi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 25, p. 311–319, 2001.

BUENO, A.D.F.; CARVALHO, G.A.; SANTOS, A.C.D.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; & SILVA, D.M.D. (2017). Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. *Ciência Rural*, v. 47, n. 6, e20160829, 2017.

BUITENHUIS, R.; SHIPP, L.; & SCOTT-DUPREE, C. Intra-guild vs extra-guild prey: effect on predator fitness and preference of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans)(Acari: Phytoseiidae). **Bulletin of entomological research**, v. 100, n. 2, 167–173, 2010.

BROUFAS, G.D.; KOVEOS, D.S. Effect of different pollens on development, survivorship, and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). **Environmental Entomology**, v. 29, n. 4, p. 743–749, 2000.

CALABUIG, A; PEKAS, A; WÄCKERS, F.L. The quality of nonprey food affects cannibalism, intraguild predation, and hyperpredation in two species of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, v. 111, n. 1, p. 72–77, 2018.

CASIDA, J.E.; & QUISTAD, G.B. Why insecticides are more toxic to insects than people: the unique toxicology of insects. **Journal of Pesticide Science**, v.

29, n. 2, p. 81–86, 2004.

CHASE, J.M.; ABRAMS, P.A.; GROVER, J.P.; DIEHL, S.; CHESSON, P.; HOLT, R.D.; RICHARDS, S.A.; NISBET, R.M.; CASE, T.J. The interaction between predation and competition: a review and synthesis. **Ecology Letters**, v. 5, p. 302–315, 2002.

CHOH, Y.; IGNACIO, M.; SABELIS, M.W.; & JANSSEN, A. Predator-prey role reversals, juvenile experience and adult antipredator behaviour. **Scientific Reports**, v. 2, n. 1, p. 728, 2012.

CROFT, B. A. Arthropod biological control agents and pesticides. New York: Wiley, p. 723, 1990.

DAUGHERTY, M. P; HARMON, J. P; BRIGGS, C. J. Trophic supplement to intraguild predation. **Oikos**, v. 116, p. 662–677, 2007.

DEKEYSER, M.A. Acaricide mode of action. **Formerly Pesticide Science**, v. 61, n. 2, p. 103–110, 2005.

DELISLE, J. F.; SHIPP, L.; & BRODEUR, J. Apple pollen as a supplemental food source for the control of western flower thrips by two predatory mites, *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae), on potted chrysanthemum. **Experimental & Applied Acarology**, v. 65, p. 495–509, 2015.

DENMARK, H.A. Phytoseiid Mites (Acari: Phytoseiidae). In: **Encyclopedia of Entomology**. Springer, Dordrecht, p. 1714-1716, 2004.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; & DELPUECH, J. M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 813–106, 2007.

FERRERO, M.; DE MORAES, G. J.; KREITER, S.; TIXIER, M. S.; & KNAPP, M. Life tables of *Phytoseiulus persimilis* feeding on *Tetranychus evansi* at four temperatures (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Experimental & Applied Acarology**, v. 41, p. 4–53, 2007.

FINKE, D. L.; & DENNO, R. F. Spatial refuge from intraguild predation: implications for prey suppression and trophic cascades. **Oecologia**, v. 149, p. 265–275, 2006.

FITZGERALD, J. D.; PEPPER, N.; & SOLOMON, M. G. Interactions among predators and phytophagous mites on apple; possible impact on biocontrol of *Panonychus ulmi* by *Typhlodromus pyri* in orchards. **Biocontrol Science and Technology**, v. 17, n. 10, p. 1009–1019, 2007.

FONTES, E. M. G.; & VALADARES-INGLIS, M. C. (ed.). Controle biológico de pragas da agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

FURTADO, I. P.; DE MORAES, G. J.; KREITER, S.; & KNAPP, M. Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* in south and southeast Brazil. **Experimental & Applied Acarology**, v. 40, p. 157–174, 2006.

GAGNON, A.-E.; & BRODEUR, J. Impact of plant architecture and extraguild prey density on intraguild predation in an agroecosystem. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 152, n. 2, p. 165–173, 2014.

GERSON, U.; & WEINTRAUB, P. G. Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. **Annual Review of Entomology**, v. 57, n. 1, p. 229–247, 2012.

GOLEVA, I.; & ZEBITZ, C. P. W. Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae). **Experimental & Applied Acarology**, v. 61, p. 259–283, 2013.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, J.J.; DE LA PEÑA, F.; HORMAZA, J.I.; BOYERO, J.R.; VELA, J.M.; WONG, E.; TRIGO, M.M.; & MONTSERRAT M. Alternative food improves the combined effect of an omnivore and a predator on biological pest control. A case study in avocado orchards. **Bulletin of Entomological Research**, v. 99, n. 5, p. 433–444, 2009.

GNANVOSSOU, D.; HANNA, R.; YANINEK, J. S.; & TOKO, M. Comparative life history traits of three neotropical phytoseiid mites maintained on plant-based diets. **Biological Control**, v. 35, n. 1, p. 32–39, 2005.

GUEDES, R. N. C.; SMAGGHE, G.; STARK, J. D.; & DESNEUX, N. Pesticide-Induced stress in Arthropod Pests for Optimized Integrated Pest Management Programs. **Annual Review of Entomology**, v. 61, p. 43–62, 2016.

GUEDES, R. N. C.; WALSE, S. S.; & THRONE, J. E. Sublethal exposure, insecticide resistance, and community stress. **Current Opinion in Insect Science**, v. 21, p. 47–53, 2017.

GURR, G. M.; WRATTEN, S. D.; LANDIS, D. A.; & YOU, M. Habitat management to suppress pest populations: progress and prospects. **Annual Review of Entomology**, v. 62, n. 1, p. 91–109, 2017.

HAMED, N.; FATHIPOUR, Y.; & SABER, M. Sublethal effects of abamectin on the biological performance of the predatory mite, *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 53, p. 29–40, 2011.

HATHERLY, I. S.; BALE, J. S.; & WALTERS, K. F. Intraguild predation and feeding preferences in three species of phytoseiid mite used for biological control. **Experimental & Applied Acarology**, v. 37, p. 43–55, 2005.

HILLERISLAMBERS, R.; & DIECKMANN, U. Competition and predation in simple food webs: intermediately strong trade-offs maximize coexistence. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 270, n. 1533, p. 2591–2598, 2003.

HIN, V.; SCHELLEKENS, T.; PERSSON, L.; & DE ROOS, A. M. Coexistence of predator and prey in intraguild predation systems with ontogenetic niche shifts. **The American Naturalist**, v. 178, n. 6, p. 701–714, 2011.

HOOGERBRUGGE, H.; HOUTEN, Y. V.; BAAL, E. V.; & BOLCKMANS, K. Alternative food sources to enable establishment of *Amblyseius swirskii* (Athias-

Henriot) on chrysanthemum without pest presence. **IOBC WPRS Bulletin**, v. 32, p. 79–82, 2008.

HOLT, R. D.; & HUXEL, G. R. Alternative prey and the dynamics of intraguild predation: theoretical perspectives. **Ecology**, v. 88, n. 11, p. 2706–2712, 2007.

HOLT, R. D.; & POLIS, G. A. A Theoretical Framework for Intraguild Predation. **The American Naturalist**, v. 149, n. 4, p. 745–763, 1997.

HOY, M. A.; & CAVE, F. E. Parahaploidy of the arrhenotokous predator, *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae), demonstrated by X-irradiation of males. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 26, n. 1, p. 97–104, 1979.

IRAC. Insecticide Resistance Action Committee, [www.irac-online.org](http://www.irac-online.org). 2025.

JANSSEN, A.; & SABELIS, M. W. Alternative food and biological control by generalist predatory mites: the case of *Amblyseius swirskii*. *Experimental and Applied Acarology*, v.65, p.413–418, 2015.

JANSSEN, A., SABELIS, M. W., MAGALHÃES, S., MONTSERRAT, M., & VAN DER HAMMEN, T. Habitat structure affects intraguild predation. **Ecology**, v. 88, n. 11, p. 2713–2719, 2007.

JEPSON, P. C. The temporal and spatial dynamics pesticide side effects on non-target invertebrates. In: JEPSON, P. C. (ed.). **Pesticides and non-target invertebrates**. Wimborne: Intercept, 1989. p. 95–128.

KIM, S. S.; & YOO, S. S. Comparative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. **BioControl**, v. 47, n. 5, p. 563–573, 2002.

KNAPP, M.; VAN HOUTEN, Y.; VAN BAAL, E.; & GROOT, T. Use of predatory mites in commercial biocontrol: current status and future prospects. **Acarologia**, v. 58, n. 2, p. 72–82, 2018.

KHANAMANI, M.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A. A.; & MEHRABADI, M. Linking pollen quality and performance of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) in two-spotted spider mite management programmes. **Pest Management Science**, v. 73, n. 2, p. 452–461, 2017.

LASOTA, J. A.; & DYBAS, R. A. Avermectins, a novel class of compounds: implications for use in arthropod pest control. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 91–117, 1991.

LAWSON-BALAGBO, L. M.; GONDIM JR, M. G. C.; DE MORAES, G. J.; HANNA, R.; & SCHAUSBERGER, P. Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. **Bulletin of Entomological Research**, v. 98, p. 83–96, 2008.

LEE, M. H.; & ZHANG, Z.-Q. Assessing the augmentation of *Amblydromalus limonicus* with the supplementation of pollen, thread, and substrates to combat greenhouse whitefly populations. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1–14, 2018.

LIMA, D.B.; OLIVEIRA, H.K.V.; MELO, J.W.S.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; GUEDES, R.N.C.; PALLINI, A.; & OLIVEIRA, J.E.M. Acaricides impair prey location in a predatory phytoseiid mite. **Journal of Applied Entomology**, 141(1-2), 141-149, 2016.

LIMA, D. B.; MELO, J. W. S.; GONDIM, M. G. C.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, J. D. M.; & PALLINI, A. Acaricide-impaired functional predation response of the phytoseiid mite *Neoseiulus baraki* to the coconut mite *Aceria guerreronis*. **Ecotoxicology**, v. 24, p. 1124–1130, 2015.

LIU, J. F.; & ZHANG, Z. Q. Development, survival and reproduction of a New Zealand strain of *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) on *Typha orientalis* pollen, *Ephestia kuehniella* eggs, and an artificial diet. **International Journal of Acarology**, v. 43, p. 153–159, 2017.

MAGALHAES, S.; JANSSEN, A.; MONTSERRAT, M.; & SABELIS, M. W. Prey attack and predators defend: counterattacking prey trigger parental care in predators. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 272, n. 1575, p. 1929–1933, 2005.

MALEKNIA, B.; FATHIPOUR, Y.; & SOUFBAF, M. Intraguild predation among three phytoseiid species, *Neoseiulus barkeri*, *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii*. **Systematic and Applied Acarology**, v. 21, n. 4, p. 417–426, 2016.

MARQUES, R. V.; SARMENTO, R. A.; FERREIRA, V. A.; VENZON, M.; LEMOS, F.; PEDRO-NETO, M.; ERASMO, E. A. L.; & PALLINI, A. Alternative food sources to predatory mites (Acari) in a *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) crop. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 40, n. 1, p. 74–79, 2014.

MASSARO, M.; MARTIN, J. P.; MORAES, G. J. Factitious food for mass production of predaceous phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) commonly found in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 70, p. 411–420, 2016.

MCMURTRY, J. A. Concepts of classification of the Phytoseiidae: Relevance to biological control of mites. In: TRENDS IN ACAROLOGY: Proceedings of the 12th International Congress. Dordrecht: **Springer Netherlands**, p. 393–397, 2010.

MCMURTRY, J. A.; & CROFT, B. A. Life-Styles of Phytoseiid Mites and Their Roles in Biological Control. **Annual Reviews of Entomology**, v. 42, p. 291–321, 1997.

MCMURTRY, J. A.; MORAES, G. J.; & JOHNSON, H. G. Studies of the impact of *Euseius* species (Acari: Phytoseiidae) on citrus mites using predator exclusion and predator release experiments. **Experimental & Applied Acarology**, v. 15, p. 233–248, 1992.

MCMURTRY, J. A.; MORAES, G. J. DE; SOURASSOU, N. F. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic & Applied Acarology**, v. 18, n. 4, p. 297–320, 2013.

MCMURTRY, J. A.; & RODRIGUEZ, J. G. Nutritional ecology of phytoseiid mites. In: SLANSKY, F.; RODRIGUEZ, J. G. (eds.). **Nutritional ecology of insects, mites and spiders**. New York: Wiley, p. 609–644, 1987.

MCMURTRY, J. A.; & SCRIVEN, G. T. Studies on predator-prey interactions between *Amblyseius hibisci* and *Oligonychus punicae*: effects of host-plant conditioning and limited quantities of an alternative food. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 61, n. 2, p. 393–397, 1968.

MCMURTRY, J. A.; & SCRIVEN, G. T. Predation by *Amblyseius limonicus* on *Oligonychus punicae*: effects of initial predator-prey ratios and prey distribution. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 64, n. 1, p. 219–224, 1971.

MCMURTRY, J. A.; SOURASSOU, N. F.; & DEMITE, P. R. The Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents. In: Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. Dordrecht: **Springer Netherlands**, p. 133–149, 2015.

MESSELINK, G. J.; BENNISON, J.; ALOMAR, O.; INGEGNO, B. L.; TAVELLA, L.; SHIPP, L.; PALEVSKY, E. & WÄCKERS, F. L. Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. **BioControl**, v. 59, p. 377–393, 2014.

MOMEN, F. M.; & ABDEL-KHALEK, A. Intraguild predation in three generalist predatory mites of the family Phytoseiidae (Acari: Phytoseiidae). **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, p. 1–7, 2021.

MONTERRAT, M.; MAGALHAES, S.; SABELIS, M. W.; DE ROOS, A. M.; & JANSSEN, A. Invasion success in communities with reciprocal intraguild predation depends on the stage structure of the resident population. **Oikos**, v. 121, n. 1, p. 67–76, 2012.

MORAES, G. J. de; & FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia**. Jaboticabal: Acarologia, 2008.

MORETTI, E.; JONES, C.; & SCHMIDT-JEFFRIS, R. Alternative food sources for *Amblydromella caudiglans* (Phytoseiidae) and effects on predation. **Experimental and Applied Acarology**, v. 89, p. 29–44, 2023.

MOTOYAMA, N.; DAUTERMAN, W. C.; & ROCK, G. C. Toxicity of O-alkyl analogues of azinphosmethyl and other insecticides to resistant and susceptible predaceous mites, *Amblyseius fallacis*. **Journal of Economic Entomology**, v. 70, n. 4, p. 475–476, 1977.

MYLIUS, S. D.; KLUMPERS, K.; DE ROOS, A. M.; & PERSSON, L. Impact of intraguild predation and stage structure on simple communities along a productivity gradient. **The American Naturalist**, v. 158, n. 3, p. 259–276, 2001.

NAVAJAS, M.; DE MORAES, G. J.; AUGER, P.; & MIGEON, A. Review of the invasion of *Tetranychus evansi*, biology, colonization pathways, potential expansion and prospective for biological control. **Experimental & Applied Acarology**, v. 59, p. 43–65, 2012.

NAVIA, D.; CASTILHO, R. C.; & MORAES, G. J. Controle de artrópodes-praga com ácaros predadores. In: FONTES, E. M. G.; VALADORES-INGLIS, M. C. (eds.). **Controle Biológico de Pragas da Agricultura**. Brasília: Embrapa, p. 141-16, 2020.

NEGLOH, K.; HANNA, R.; & SCHAUSBERGER, P. Intraguild predation and cannibalism between the predatory mites *Neoseiulus neobaraki* and *N. paspalivorus*, natural enemies of the coconut mite *Aceria guerreronis*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 58, p. 235-246, 2012.

NELSON-REES, W. A.; HOY, M. A.; & ROUSH, R. T. Heterochromatinization, chromatin elimination and haploidization in the parahaploid mite *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina: Phytoseiidae). **Chromosoma**, v. 77, n. 3, p. 263–276, 1980.

NOMIKOU, M.; SABELIS, M. W.; & JANSSEN, A. Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. **BioControl**, v. 55, p. 253–260, 2010.

ONZO, A., HANNA, R., NEGLOH, K., TOKO, M., & SABELIS, M. W. Biological control of cassava green mite with exotic and indigenous phytoseiid predators—effects of intraguild predation and supplementary food. **Biological Control**, v. 33, n. 2, p. 143–152, 2005.

OVERMEER, W. Alternative prey and other food resources. In: HELLE, W.; SABELIS, M. (eds.). **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. p. 131–137. Amsterdam: Elsevier, 1985.

POLIS, G. A. The evolution and dynamics of intraspecific predation. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 12, 225–251, 1981.

POLIS, G. A.; & HOLT, R. D. Intraguild Predation: The Dynamics of Complex Trophic Interaction. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 7, p. 151–159, 1992.

POLIS, G. A.; MYERS, C. A.; & HOLT, R. D. The Ecology and Evolution of Intra Guild Predation: Potential Competitors That Eat Each Other. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 20, p. 297–330, 1989.

POZZEBON, A., DUSO, C., TIRELLO, P., & ORTIZ, P. B. Toxicity of thiamethoxam to *Tetranychus urticae* Koch and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acar: Tetranychidae, Phytoseiidae) through different routes of exposure. **Pest Management Science**, v. 67, n. 3, p. 352–359, 2011.



POZZEBON, A.; AHMAD, S.; TIRELLO, P.; LORENZON, M.; & DUSO, C. Does pollen availability mitigate the impact of pesticides on generalist predatory mites? **BioControl**, v. 59, p. 585–596, 2014.

PRICE, P. W.; DENNO, R. F.; EUBANKS, M. D.; FINKE, D. L.; & KAPLAN, I. Lateral interactions: competition, amensalism and facilitation. *Insect ecology: behaviour, populations and communities*, p. 184–223, 2011.

RANABHAT, N. B.; GOLEVA, I.; & ZEBITZ, C. P. W. Life tables of *Neoseiulus cucumeris* exclusively fed with seven different pollens. **BioControl**, v. 59, p. 195–20, 2014.

REIS, A.C.; GONDIM, JR.M.G.C.; MORAES, G.J.; HANNA, R.; SCHAUSBERGER, P.; LAWSON-BALAGBO, L.E.; BARROS, R. Population dynamics of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) and associated predators on coconut fruits in Northeastern Brazil. *Neotrop Entomol* v. 37, p. 457–462, 2008.

REIS, P. R.; FRANCO, R. A.; PEDRO, M.; & TEODORO, A. V. Impacto de produtos fitossanitários a ácaros predadores (Phytoseiidae) encontrados em cafeeiro, 2005.

RIAHI, E.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A. A.; & MEHRABADI, M. Pollen quality and predator viability: life table of *Typhlodromus bagdasarjani* on seven different plant pollens and two-spotted spider mite. **Systematic and Applied Acarology**, v. 21, n. 10, p. 1399–1412, 2016.

RODA, A.; NYROP, J.; DICKE, M.; & ENGLISH-LOEB, G. Trichomes and spider-mite webbing protect predatory mite eggs from intraguild predation. **Oecologia**, v. 125, p. 428–435, 2000.

ROSENHEIM, J.A.; KAYA, H.K.; EHLER, L.E.; MAROIS, J.J.; & JAFFEE, B.A. Intraguild predation among biological control agents: theory and evidence. **Biological Control**, v. 5, n.3, p. 303–335, 1995.

RUDOLF, V. H. M.; & ARMSTRONG, J. Emergent impacts of cannibalism and size refuges in prey on intraguild predation. **Oecologia**, v. 157, p. 675–686, 2008.

SABELIS, M. W. Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators. Part I. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1981.

SABELIS, M. W. Capacity of population increase. In: HELLE, W.; SABELIS, M. W. (eds.). Spider mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, v. 1B, p. 35–40, 1985.

SABELIS, M. W.; & NAGELKERKE, C. J. Evolution of pseudo-arrhenotoky. **Experimental & Applied Acarology**, v. 4, n. 3, p. 301–318, 1988.

SATO, M. E., MIYATA, T., KAWAI, A., & NAKANO, O. Selection for resistance and susceptibility to methidathion and cross resistance in *Amblyseius*

*womersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 35, n. 3, p. 393–399, 2000.

SATO, M. E., TANAKA, T., & MIYATA, T. Monooxygenase activity in methidathion resistant and susceptible populations of *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 39, n. 1, p. 13–24, 2006.

SCHAUSBERGER, P. Population growth and persistence when prey is diminishing in single-species and two-species systems of the predatory mites *Euseius finlandicus*, *Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans*. **Entomologia experimentalis et applicata**, v. 88, n. 3, p. 275–286, 1998.

SCHAUSBERGER, P. Cannibalism among phytoseiid mites: a review. **Experimental and Applied Acarology**, v. 29, p. 173–191, 2003.

SCHAUSBERGER, P.; & CROFT, B. Cannibalism and intraguild predation among phytoseiid mites: are aggressiveness and prey preference related to diet specialization? **Experimental and Applied Acarology**, v. 24, n. 9, p. 709–725, 2000.

SCHAUSBERGER, P.; & WALZER, A. Combined versus single species release of predaceous mites: predator–predator interactions and pest suppression. **Biological Control**, v. 20, n. 3, p. 269–278, 2001.

SCHMIDT-JEFFRIS, R.A.; BEERS, E.H. & SATER, C. Meta-analysis and review of pesticide non-target effects on phytoseiids, key biological control agents. *Pest Management Science*, v. 77, p. 4848–4862, 2021.

SEELMANN, L., AUER, A., HOFFMANN, D., & SCHAUSBERGER, P. Leaf pubescence mediates intraguild predation between predatory mites. **Oikos**, v. 116, n. 5, p. 807–817, 2007.

SHAKYA, S.; WEINTRAUB, P. G.; COLL, M. Effect of pollen supplement on intraguild predatory interactions between two omnivores: the importance of spatial dynamics. **Biological Control**, v. 50, n. 3, p. 281–287, 2009.

SILVA, F. R., DE MORAES, G. J., GONDIM JR, M. G., KNAPP, M., ROUAM, S. L., PAES, J. L., & DE OLIVEIRA, G. M. Efficiency of *Phytoseiulus longipes* Evans as a control agent of *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard (Acari: Phytoseiidae: Tetranychidae) on greenhouse tomatoes. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 991–995, 2010.

SOUSA NETO, E. P. de. Effects of Acaricides on the Functional and Numerical Responses of the Phytoseiid Predator *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) to Spider Mite Eggs. **Journal of Economic Entomology**, 2020.

TEODORO, A. V.; PALLINI, A.; & OLIVEIRA, C. Sub-lethal effects of fenbutatin oxide on prey location by the predatory mite *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental & Applied Acarology**, v. 47, n. 4, p. 293–299, 2009.

TSOLAKIS, H.; PRINCIPATO, D.; JORDÀ PALOMERO, R.; & LOMBARDO, A. Biological and life table parameters of *Typhlodromus laurentii* and *Iphiseius degenerans* (Acari, Phytoseiidae) fed on *Panonychus citri* and pollen of *Oxalis pescaprae* under laboratory conditions. **Experimental and Applied Acarology**, v. 70, p. 205–218, 2016.

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v. 57, p. 1–20, 2012.

VAN LENTEREN, J. C., BOLCKMANS, K., KÖHL, J., RAVENSBERG, W. J., & URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 63, p. 39–59, 2018.

VANTORNHOUT, I.; MINNAERT, H. L.; TIRRY, L.; & DE CLERCQ, P. Influence of diet on the life table parameters of *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). **Acarologia Experimental e Aplicada**, v. 35, p. 183–195, 2005.

VAN RIJN, P. C. J.; TANIGOSHI, L. K. Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. **Experimental and Applied Acarology**, v. 23, p. 785–802, 1999.

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. 9, p. 2664–2679, 2002.

VAN DE WOLFSHAAR, K. E.; DE ROOS, A. M.; PERSSON, L. Size-dependent interactions inhibit coexistence in intraguild predation systems with life-history omnivory. **The American Naturalist**, v. 168, n. 1, p. 62–75, 2006.

VAN DER HAMMEN, T.; DE ROOS, A. M.; SABELIS, M. W.; & JANSSEN, A. Order of invasion affects the spatial distribution of a reciprocal intraguild predator. **Oecologia**, v. 163, p. 79–89, 2010.

WALTER, D. E.; & PROCTOR, H. C. **Mites: Ecology, Evolution and Behaviour: Life at a Microscale**. 2. ed. Dordrecht: Springer, 2013.

WISSINGER, S. A. Niche overlap and the potential for competition and intraguild predation between size-structured populations. **Ecology**, v. 73, n. 4, p. 1431–1444, 1992.

WOODWARD, G. U. Y.; & HILDREW, A. G. Body-size determinants of niche overlap and intraguild predation within a complex food web. **Journal of Animal Ecology**, v. 71, n. 6, p. 1063–1074, 2002.

WRIGHT, D. J.; & VERKERK, R. H. J. Integration of chemical and biological control systems for arthropods: evaluation in a multitrophic context. **Pesticide Science**, v. 44, p. 207–218, 1985.

ZANNOU, I. D.; HANNA, R.; DE MORAES, G. J.; & KREITER, S. Cannibalism and interspecific predation in a phytoseiid predator guild from cassava field in

Africa: evidence from the laboratory. **Experimental & Applied Acarology**, v. 37, p. 27–42, 2005.

ZHANG, Z. Q.; & CROFT, B. A. Interspecific competition and predation between immature *Amblyseius fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Typhlodromus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental & Applied Acarology**, v. 19, p. 247-257, 1995.

### 3 ARTIGO

#### ACARICIDAS PODEM MODULAR INTERAÇÕES ENTRE ESPÉCIES DE ÁCAROS PREDADORES?

Bruna R. M. Campelo<sup>1</sup>, Ana J. D. Monteiro<sup>1</sup>, José W. da S. Melo<sup>1</sup> e Debora B. Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Acarologia, Departamento de Zoologia, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Professor Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária. 50670-901 Recife, Pernambuco, Brasil.

#### RESUMO

A predação intraguilda é um fenômeno que ocorre naturalmente em ecossistemas e impacta a estrutura e a dinâmica de comunidades. O objetivo deste estudo foi investigar a predação intraguilda entre *Amblyseius largoensis* (Muma) e *Euseius alatus* DeLeon com foco em aspectos ecológicos e antrópicos que podem modular essa interação. Para isso, foi avaliada a influência de recurso alimentar extraguilda (pólen); o impacto de resíduos subletais do pesticida abamectina e os efeitos dessas variáveis sobre o consumo, a oviposição e dinâmica populacional dos predadores. Fêmeas adultas de ambos os predadores foram expostas a presas intraguilda (ovos e larvas), na presença ou ausência do alimento extraguilda (pólen) e de resíduos de abamectina. Além disso, experimentos para avaliar a dinâmica populacional foram realizados. Os resultados demonstraram que na ausência de resíduos de abamectina, o consumo foi maior quando não havia alimento extraguilda (pólen) disponível, enquanto a oviposição foi maior na presença do alimento extraguilda (pólen) para ambos os predadores. Já na presença de resíduos de abamectina, o consumo dos predadores foi diferentemente afetado e a oviposição apresentou redução. Nos experimentos de dinâmica populacional, a população de *A. largoensis* foi predominante e a população de *E. alatus* foi excluída. A presença de resíduos de abamectina reduziu a expectativa de vida e alterou a predação intraguilda entre os predadores.

**Palavras-chave:** Phytoseiidae; Predação Intraguilda; Abamectina; Alimento extraguilda.

## ABSTRACT

Intraguild predation is a phenomenon that occurs naturally in ecosystems and impacts the structure and dynamics of populations. The objective of this study was to investigate intraguild predation between *Amblyseius largoensis* (Muma) and *Euseius alatus* DeLeon, focusing on ecological and anthropogenic aspects that can modulate this interaction. To this end, the influence of extraguild food resources (pollen) was evaluated; the impact of sublethal residues of the pesticide abamectin, and the effects of these variables on consumption, oviposition, and population dynamics of the predators. Adult females of both predators were exposed to intraguild prey (eggs and larvae) in the presence or absence of the extraguild food (pollen) and residues of abamectin. Additionally, experiments to assess population dynamics were conducted. The results showed that in the absence of abamectin residues, consumption was higher when there was no extraguild food (pollen) available, while oviposition was higher in the presence of extraguild food (pollen) for both predators. In the presence of abamectin residues, the consumption of the predators was differently affected and oviposition showed a reduction. In the population dynamics experiments, the population of *A. largoensis* was predominant and the population of *E. alatus* was excluded. The presence of abamectin residues reduced lifespan and altered intraguild predation among the predators.

**Keywords:** Phytoseiidae; Intraguild Predation; Abamectin; Extraguild Food.

## 4 INTRODUÇÃO

A predação intraguilda é uma interação ecológica que envolve aspectos de predação e competição, ocorrendo quando uma espécie consome outra que utiliza os mesmos recursos alimentares (Polis & Holt, 1992). A predação intraguilda está amplamente distribuída entre diferentes grupos taxonômicos, pode ocorrer em múltiplos níveis tróficos e exerce influência significativa sobre a estrutura das comunidades, abundância das espécies, distribuição e evolução das espécies envolvidas (Polis *et al.*, 1989).

Os estudos sobre predação intraguilda são importantes em sistemas agrícolas que exploram os serviços dos agentes de controle biológico, especialmente entre predadores que compartilham uma mesma espécie-praga. A coexistência de predadores pode resultar em competição direta ou predação entre predadores, comprometendo a eficácia do controle biológico (Rosenheim & Harmon, 2006; Rosenheim *et al.*, 1995). Um exemplo de coocorrência é observado entre os ácaros predadores *Amblyseius largoensis* (Muma) e *Euseius alatus* DeLeon, que ocorrem naturalmente em folíolos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) e podem contribuir para regulação da espécie *Aceria guerreronis* Keifer, espécie considerada praga-chave para a cultura do coqueiro (Galvão *et al.*, 2007; Lawson-Balagbo *et al.*, 2008; Melo *et al.*, 2015). Embora a coocorrência dessas espécies tenha sido documentada (Lawson-Balagbo *et al.*, 2008; Reis *et al.*, 2008; Melo *et al.*, 2015), até o momento, estudos investigando a predação intraguilda entres essas espécies e os fatores que podem modular essa interação são escassos.

As interações entre predadores podem ser moduladas tanto por fatores intrínsecos aos organismos envolvidos, como estágio de vida, especificidade alimentar, tamanho do organismo, etc. (Claessen *et al.*, 2002), quanto por fatores extrínsecos, substâncias tóxicas ou contaminantes, presença de alimento extraguilda (pólen) (Wright & Verkerk 1995; Calabuig *et al.*; 2018). Nesse contexto, os sistemas agrícolas representam um ambiente interessante para estudar como fatores ambientais e antrópicos modulam interações ecológicas. Em muitos desses sistemas, estratégias de controle biológico, como liberação ou conservação de inimigos naturais, são frequentemente combinadas com aplicações de pesticidas, criando um sistema dinâmico. Tal contexto possibilita não só o estudo da interação entre os predadores alvos,

mas também possibilita investigar como essas interações são alteradas pela presença de alimento extraguilda e de contaminantes ambientais.

No presente estudo foi investigado a predação intraguilda entre *A. largoensis* e *E. alatus*, com foco em aspectos ecológicos e antrópicos que podem modular essa interação: (i) a influência de recurso alimentar extraguilda (pólen), (ii) o impacto de resíduos subletais do pesticida abamectina, e (iii) os efeitos dessas variáveis sobre o consumo, a oviposição e dinâmica populacional dos predadores.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 COLETA E CRIAÇÃO DE ÁCAROS PREDADORES

As criações dos ácaros predadores *A. largoensis* e *E. alatus* foram iniciadas com aproximadamente 100 ácaros de cada espécie coletados de folíolos de coqueiros (*C. nucifera*) ou de plantas de caju (*Anacardium occidentale* L.). Para cada espécie foram estabelecidas unidades de criação confeccionadas a partir de discos pretos de PVC (13 cm de diâmetro e 1 mm de espessura) para *A. largoensis* ou folhas cotiledonares de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.) de 13 cm de diâmetro, com a superfície abaxial voltada para cima, para *E. alatus*. Ambos PVC e folha de feijão-de-porco foram sobrepostos a um disco de papel filtro (15 cm de diâmetro), e colocados sobre espuma de polietileno (15 cm de diâmetro e 1 cm de espessura). A espuma foi mantida úmida com água destilada. A região periférica dos discos de PVC e das folhas de feijão-de-porco foi coberta com tiras de algodão hidrofílico umedecidas para impedir a fuga dos ácaros e também servir como fonte de hidratação. Um tufo de algodão coberto por uma lamínula (1 cm<sup>2</sup>) foi colocado no centro da unidade de criação para servir de local de abrigo e de oviposição para os ácaros. Os predadores foram alimentados com pólen de coqueiro (reposto a cada dois dias), mel a 10% e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). As unidades de criação foram mantidas em laboratório a 27 ± 1°C e 75% U.R. e fotoperíodo de 12h.

### 5.2 PESTICIDA

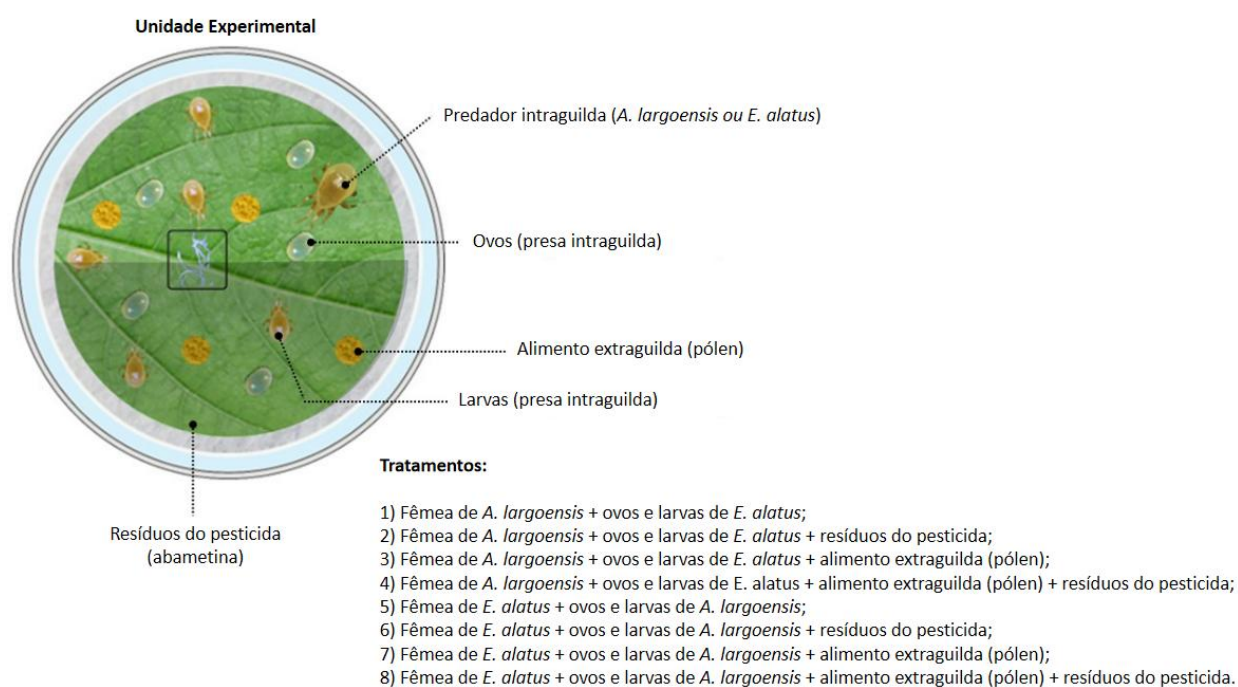
O pesticida utilizado foi o abamectina (Abamectin 72 CE, 72 g a.i. (ingrediente ativo l<sup>-1</sup>, concentrado emulsionado, Nortox, Paraná, Brasil) na concentração de 3,375 mg a.i. l<sup>-1</sup> – que equivale a 25% da dose de campo. Este



foi escolhido por ser registrado e amplamente utilizado na cultura do coqueiro (Rezende *et al.*, 2016; Agrofít, 2025). A dose de 25% foi escolhida com base em pré-testes de mortalidade aguda realizados em 24h. Nesta dose, a mortalidade dos predadores foi reduzida. É possível que em campo esses predadores entrem em contato com o pesticida a uma dose próxima à testada através do contato com superfície de plantas após pulverizações e/ou durante o processo de degradação do pesticida (Guedes *et al.*, 2008, 2016).

### 5.3 EFEITO DO RESÍDUO DE PESTICIDA E DO ALIMENTO EXTRAGUILDA (PÓLEN) NA PREDÇÃO INTRAGUILDA E OVIPOSIÇÃO DOS PREDADORES

As unidades experimentais utilizadas foram confeccionadas com discos de folhas cotiledonares de feijão-de-porco, com a superfície abaxial voltada para cima (8 cm de diâmetro), sobrepostas a papel filtro de igual diâmetro, colocadas sobre espuma de polietileno (8 cm de diâmetro e 1 cm de espessura), no interior de uma placa de Petri (9 cm de diâmetro e 2 cm de espessura). A região periférica da folha de feijão-de-porco foi coberta com tiras de algodão hidrofílico umedecidas com água destilada para impedir a fuga dos ácaros e também para servir como fonte de hidratação. Um tufo de algodão coberto por uma lamínula (0,5 cm<sup>2</sup>) foi colocado no centro da unidade experimental para servir de abrigo aos predadores (Figura 1).



**Figura 1:** Unidade experimental para avaliar os efeitos dos resíduos de pesticida e do alimento extraguilha (pólen) na predação intraguilha e oviposição dos predadores.

Os discos de feijão-de-porco foram imersos em soluções de 50 ml do pesticida ou em água destilada (controle), por cinco segundos, seguindo metodologia 004 proposta pelo Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) ([www.irac-online.org](http://www.irac-online.org)). Posteriormente, esses discos foram postos para secar por 30 min e utilizados para confeccionar as unidades experimentais. Fêmeas (copuladas) dos predadores foram submetidas a três horas de privação alimentar. Após esse período, uma fêmea adulta do predador intraguilha + cinco ovos da presa intraguilha + cinco larvas da presa intraguilha foram transferidos para as unidades experimentais contendo ou não resíduos de pesticida (controle) e contendo ou não alimento extraguilha (pólen) (0,0014g) (Figura 1). Para cada tratamento, foram realizadas 20 repetições. O número de ovos e larvas consumidos bem como a oviposição por cada fêmea foram contabilizados após 24h de sua liberação. As unidades experimentais foram mantidas em laboratório em condições controladas de  $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 75% U.R. e fotoperíodo de 12h.

Os dados foram analisados utilizando o software SAS (SAS Institute 2008), uma vez que a distribuição da variável resposta não atendeu aos pressupostos de normalidade, aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis como alternativa não paramétrica à ANOVA. As comparações múltiplas entre os níveis da interação foram realizadas pelo procedimento DSCF (Dwass, Steel, Critchlow-Fligner), que controla o erro tipo I em testes não paramétricos. As análises foram executadas por meio do procedimento PROC NPAR1WAY com as opções WILCOXON e DSCF.

#### 5.4 EFEITO DO RESÍDUO DE PESTICIDA SOBRE A DINÂMICA POPULACIONAL DOS PREDADORES

A unidade experimental utilizada neste experimento foi semelhante aquela utilizada na criação de *E. alatus*. As folhas de feijão-de-porco foram expostas aos resíduos de pesticida ou em água destilada (controle) seguindo a mesma metodologia do experimento anterior. Dez fêmeas adultas de *A. largoensis* e *E. alatus* foram liberadas nas unidades experimentais e alimento extraguilha (pólen) foi adicionado. O alimento extraguilha (pólen) (0,011g) foi

reposto a cada dois dias em todos os tratamentos. As unidades experimentais foram mantidas em laboratório em condições controladas de  $27 \pm 1^\circ\text{C}$  e 75% U.R. e fotoperíodo de 12h. Para cada tratamento, foram realizadas 20 repetições. O número de adultos de cada predador foi contabilizado a cada dois dias até a exclusão de uma das espécies. A distinção das espécies foi feita através do tamanho da seta Z5, formato do corpo e coloração (adultos de *A. largoensis* possuem seta Z5 longa (Lofego *et al.*, 2024), corpo ovalado e coloração que varia do translúcido ao amarelado. Adultos de *E. alatus* possuem seta Z5 curta (Lofego *et al.*, 2024), formato do corpo periforme e coloração que varia de branco a amarelo pálido). Após a exclusão de uma das espécies, lâminas foram montadas com os indivíduos que se mantiveram nas arenas para confirmação da espécie. Já no tratamento com o resíduos de pesticida, o experimento foi finalizado após a extinção das duas espécies.

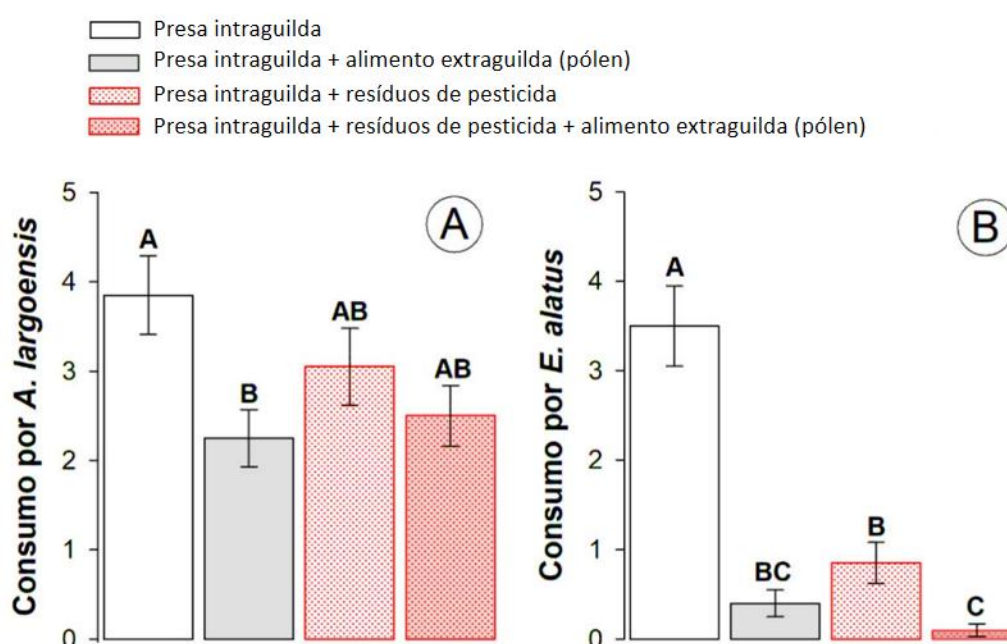
As análises estatísticas foram realizadas no software R (versão 5.4.1), utilizando os pacotes *nlme* e *emmeans*. Foi ajustado um modelo linear misto (LME) com a função *lme*, considerando como fatores fixos o tratamento, o tempo e sua interação, e como efeito aleatório a variável arena para controlar as medidas repetidas. A variável resposta (número de indivíduos) foi transformada [ $\log(\text{Num} + 1)$ ] para atender às suposições de normalidade e homocedasticidade. A significância dos efeitos foi avaliada por ANOVA, e a interação Tratamento  $\times$  Tempo foi significativa ( $p < 0,05$ ), indicando variação nos efeitos dos tratamentos ao longo do tempo. As médias marginais estimadas (EMMs) foram calculadas com o pacote *emmeans*, e as comparações múltiplas entre tratamentos foram realizadas dentro de cada ponto temporal, com ajustes de  $p$ -valor via correção de Tukey.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 EFEITO DO RESÍDUO DE PESTICIDA E DO ALIMENTO EXTRAGUILDA (PÓLEN) NA PREDACÃO INTRAGUILDA E OVIPOSIÇÃO DOS PREDADORES

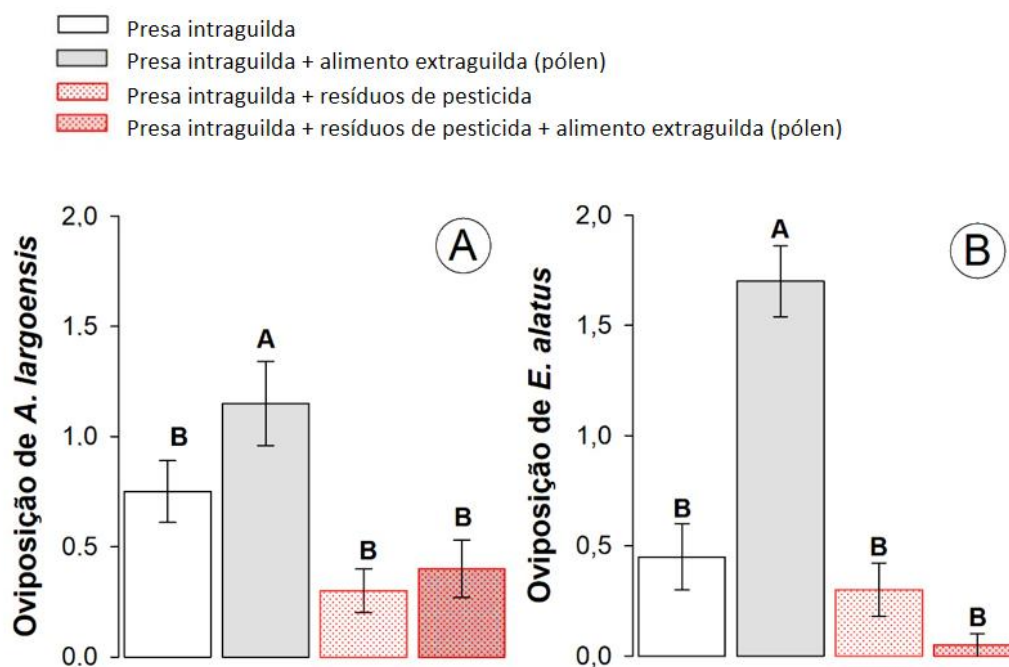
Tanto a predação intraguilha (consumo de ovos e larvas) quanto a oviposição de *A. largoensis* e *E. alatus* foram diferentemente afetadas pela presença de resíduos de pesticida e/ou pela presença de alimento extraguilha (pólen) (consumo:  $\chi^2 \geq 8,426$ ; GL=3;  $P \leq 0,038$  e oviposição:  $\chi^2 \leq 40,85$ ; GL=3;  $P \leq 0,0016$ ) (Figuras 2 e 3).

O consumo por *A. largoensis* foi maior na ausência de resíduos de pesticida e do alimento extraguilha (pólen), e menor na ausência de resíduos de pesticida, mas com o alimento extraguilha (pólen) disponível. Resultados intermediários foram observados na presença de resíduos de pesticida independente da presença do alimento extraguilha (pólen) (Figura 2A). Para *E. alatus*, o consumo também foi maior na ausência de resíduos de pesticida e do alimento extraguilha (pólen), porém foi menor na presença de ambos. Resultados intermediários foram observados na ausência de pelo menos um, resíduos de pesticida ou de alimento extraguilha (pólen) (Figura 2B).



**Figura 2:** Predação intraguilha (consumo de ovos e larvas) (A e B) na presença e/ou ausência de resíduos de pesticida e/ou presença de alimento extraguilha (pólen). Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste não paramétrico Wilcoxon.

O consumo de presas intraguilha possibilitou a oviposição em ambas as espécies de predadores. A oviposição foi maior na ausência de resíduos de pesticida e/ou presença de alimento extraguilha (pólen) e inferior nas demais combinações (Figuras 3A e B).



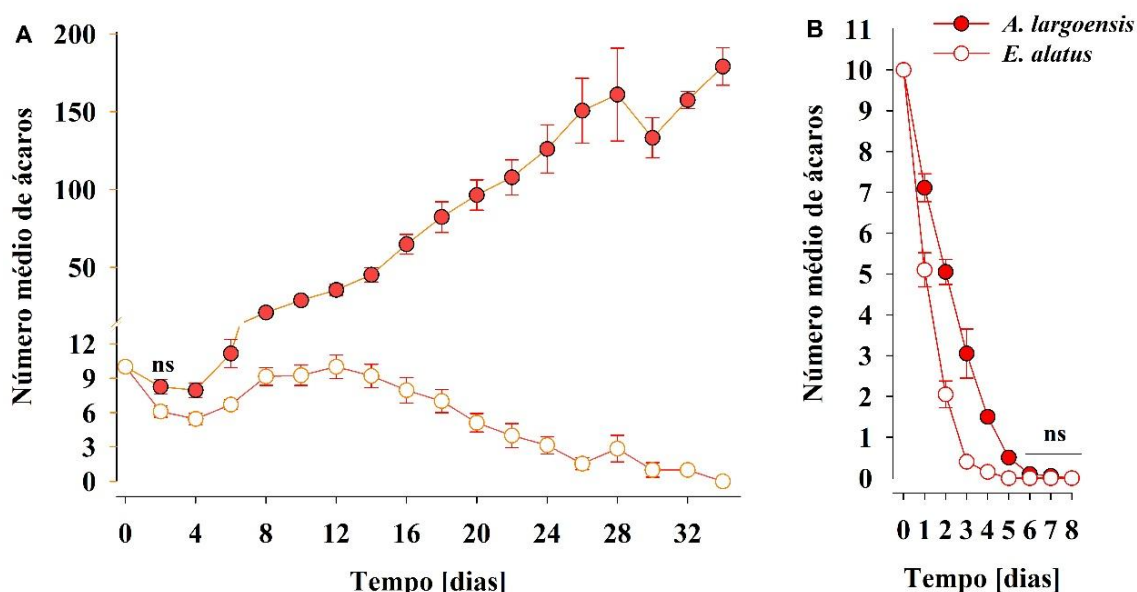
**Figura 3:** Oviposição de *A. largoensis* e *E. alatus* (A e B) na presença e/ou ausência de resíduos de pesticida e/ou presença de alimento extraguilda (pólen). Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste não paramétrico Wilcoxon.

## 6.2 EFEITO DO RESÍDUO DE PESTICIDA SOBRE A DINÂMICA POPULACIONAL DOS PREDADORES

Os resultados da dinâmica populacional na ausência de resíduos de pesticida demonstraram efeito significativo da interação entre tratamento e tempo sobre as densidades médias de ácaros ( $F_{1, 475} = 703$ ;  $P < 0,0001$ ), refletindo dinâmicas populacionais distintas entre as duas espécies de predadores. Além disso, efeitos significativos tanto para o fator tratamento ( $F_{1, 475} = 1362$ ;  $P < 0,0001$ ) quanto para o tempo ( $F_{1, 475} = 129$ ,  $P < 0,0001$ ) foram observados, indicando diferenças claras nas trajetórias populacionais entre as espécies ao longo do tempo (Figura 4A). Ambas as espécies apresentaram tendência de decréscimo nas duas primeiras avaliações, não havendo diferença apenas na primeira ( $P = 0,08$ ). No entanto, a partir da segunda avaliação (dia 4), *A. largoensis* passou a apresentar densidades populacionais consistentemente superiores às de *E. alatus* ( $P \leq 0,02$ ), mantendo essa superioridade até o final do experimento. As populações de *E. alatus* foram excluídas até o 34º dia.

Efeito significativo da interação entre tratamento e tempo sobre as densidades médias de ácaros nas arenas ( $F_{1,297} = 26$ ;  $P < 0,0001$ ) foi observado na presença de resíduos de pesticida, indicando que o padrão de

declínio populacional diferiu entre as duas espécies. Também foram observados efeitos significativos tanto para o fator tratamento ( $F_{1,297} = 60$ ;  $P < 0,0001$ ) quanto para o tempo ( $F_{1,297} = 629$ ;  $P < 0,0001$ ), refletindo uma redução consistente nas densidades populacionais ao longo dos dias e uma maior sensibilidade de *E. alatus* à presença do resíduo de pesticida em comparação com *A. largoensis*. Ambas as espécies de predadores apresentaram redução progressiva em suas populações ao longo do tempo, com *E. alatus* sendo excluída já no 5º dia após o início do experimento e *A. largoensis* no 8º dia após o início do experimento (Figura 4B). A partir do 6º dia, as densidades populacionais de ambas as espécies tornaram-se iguais, devido à exclusão mais rápida que o esperado (em comparação ao tratamento sem o pesticida) de *E. alatus* e ao rápido declínio de *A. largoensis* ( $P \geq 0,85$ ).



**Figura 4:** Dinâmica populacional de *A. largoensis* e *E. alatus* na ausência (A) e presença (B) de resíduo de pesticida e de pólen. Em todas as avaliações foi verificada diferença entre os tratamentos, exceto no tempo 0 e quando indicado por *ns* (não significativo,  $P > 0,05$ ).

## 7 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstraram que: (1) a predação intraguilda foi recíproca entre *A. largoensis* e *E. alatus*; (2) na ausência de resíduos de pesticida (abamectina) o consumo por ambas as espécies foi maior quando o alimento extraguilda (pólen) estava ausente; (3) a oviposição de ambas as espécies foi maior na presença de alimento extraguilda (pólen); (4) o

consumo foi diferentemente afetado na presença de resíduos de pesticida; (5) a oviposição de ambas as espécies foi menor na presença de resíduos de pesticida; (6) experimentos de dinâmica populacional demonstraram que a população de *A. largoensis* predominou sobre a população de *E. alatus*, cuja população foi excluída primeiro. No entanto, a presença de resíduos de pesticida afetou a predação intraguilha, uma vez que ambos os predadores tiveram suas expectativas de vida diminuídas.

A predação intraguilha foi recíproca entre *A. largoensis* e *E. alatus*. A interação foi observada tanto na presença quanto na ausência de alimento extraguilha (pólen), com maior intensidade no consumo de ovos e larvas quando o alimento extraguilha (pólen) estava ausente. A oviposição em condições sem alimento extraguilha (pólen), sugere que os predadores não apenas eliminaram o competidor, mas também obtiveram benefícios nutricionais a partir do consumo de presas intraguilha.

O pólen é uma fonte de nutrientes que contém proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas e minerais (Riahie *et al.*, 2016). Apesar disso, observado-se que os predadores também consumiram presas intraguilha. O consumo de alimento extraguilha (pólen) e presa intraguilha aumentou a oviposição de ambos os predadores, possivelmente devido aos efeitos positivos que dietas mistas podem exercer sobre a reprodução de algumas espécies de ácaros predadores (Muñoz-Cárdenas *et al.*, 2014; Samaras *et al.*, 2021)

Os resultados experimentais de dinâmica populacional demonstraram que *A. largoensis* não apenas persiste na presença de adultos de *E. alatus* e alimento extraguilha (pólen), mas também aumenta sua população resultando na exclusão de *E. alatus* (Figura 4A). Apesar de *E. alatus* consumir presas intraguilha (ovos e larvas), esse consumo diminui na presença de alimento extraguilha (pólen), enquanto *A. largoensis* mantém o consumo de presas intraguilha. Essa diferença de consumo pode explicar a persistência de *A. largoensis*. Em ambientes naturais, fatores como a presença de presas extraguilha, o tamanho populacional (Mylius *et al.*, 2001) e a estrutura da planta hospedeira (Jassen *et al.*, 2007) podem modular essas interações competitivas. Portanto, estudos de campo são necessários para investigar se a exclusão ou uma possível evasão de *E. alatus* ocorre em condições naturais.

Fatores extrínsecos, como o uso de pesticidas, também influenciam significativamente as interações tróficas em campo. No presente estudo foi

observado que o pesticida (abamectina) altera as interações entre *A. largoensis* e *E. alatus* em condições de laboratório. Para *A. largoensis*, o consumo de presas intraguilda não foi afetado pela presença de resíduos de pesticida, mesmo com alimento extraguilda (pólen) disponível. Por outro lado, *E. alatus* reduziu o consumo de presas intraguilda na presença de resíduos de pesticida (Figura 2B) sugerindo maior sensibilidade ao pesticida. Alterações na predação quando em contato com resíduos de pesticida (abamectina) é relatada em ácaros fitoseídeos (Lima *et al.*, 2015; Sousa Neto *et al.*, 2020; Barros *et al.*, 2022). Diversas hipóteses podem justificar tais alterações na presença de resíduos de pesticida, como irritabilidade (Lima *et al.*, 2013a), alteração no caminhar (Reis *et al.*, 2005; Lima *et al.*, 2013a; Lima *et al.*, 2013b), comprometimento no forrageamento (Lima *et al.*, 2016) e alterações na taxa de ataque e tempo de manipulação (Lima *et al.*, 2015). Todos esses fatores podem comprometer direta ou indiretamente o consumo de presas.

A oviposição de ambas as espécies foi menor na presença de resíduos de pesticida independentemente da presença do alimento extraguilda (pólen). Alguns fitoseídeos expostos a substâncias tóxicas tendem a realizar processos de detoxificação para sobreviver (Motoyama *et al.*, 1977; Anber & Oppenoorth 1989; Sato *et al.*, 2000, 2006). Esses processos requerem um gasto de energia, o que resulta em uma menor alocação de recursos para a oviposição, levando à redução do número de ovos depositados (Sousa Neto *et al.*, 2020; Barros *et al.*, 2022). É possível que ambos os predadores aqui estudados tenham dedicado mais energia a esse processo de detoxificação, o que explicaria a menor oviposição observada, mesmo com a presença de alimento extraguilda (pólen), alimento que normalmente aumentaria a oviposição. Além disso, a redução do consumo, também observada aqui, leva a uma diminuição na oviposição.

Os experimentos de dinâmica populacional na presença de resíduos de pesticida revelaram que esses resíduos podem ser prejudiciais às populações de *A. largoensis* e *E. alatus*. Ambos os predadores foram excluídos antes do tempo esperado, sendo *E. alatus* excluído em um período de cinco dias e *A. largoensis* foi em oito dias. Esses resultados confirmam a toxicidade da abamectina sobre ambos os predadores, especialmente sobre as formas imaturas, as quais não conseguiram sustentar as populações. Deve-se ressaltar que a dose utilizada no presente estudo é subletal e equivale a 25%



da dose de campo. Estudos anteriores já demonstraram que esse pesticida reduz a sobrevivência de fêmeas, predação (redução no consumo devido ao aumento do tempo de manipulação), oviposição e eficiência de conversão de alimentos (Barros *et al.*, 2022).

A predação intraguilda é um fenômeno que ocorre naturalmente em ecossistemas e que pode ter um efeito direto no controle biológico de pragas. Os resultados do presente estudo sugerem um possível exclusão de *E. alatus* por *A. largoensis* na ausência de resíduos de pesticida e na presença de alimento extraguilda (pólen). Ambos os predadores são relatados como inimigos naturais de *A. guerreronis* durante o processo de dispersão dessa praga (Galvão *et al.*, 2007; Melo *et al.*, 2009) e coocorrem em folíolos de coqueiro (Gondim Jr & Moraes, 2001). No entanto, estudos sobre a acarofauna do coqueiro indicam que a população de *A. largoensis* nos folíolos é consistentemente maior do que a de *E. alatus* (Lawson-Balagbo *et al.*, 2008), padrão que pode ser parcialmente explicado pela predação intraguilda observada neste estudo. Adicionalmente, um dos principais pesticidas utilizados no controle de *A. guerreronis* é a abamectina. Em sistemas onde a abamectina é aplicada e ambos os predadores estão presentes, o controle biológico pode ser comprometido, possivelmente resultando na extinção de ambas as espécies. Contudo, a arquitetura do coqueiro impõe barreiras à deposição uniforme do produto, uma vez que dificulta a cobertura completa dos frutos durante a pulverização. É provável que os folíolos sejam mais facilmente atingidos, com deposição predominante na face superior. Consequentemente, a quantidade de produto depositado na face inferior, onde os predadores frequentemente se concentram, tende a ser menor e irregular. Isso pode justificar a presença de populações de ácaros predadores mesmo em áreas tratadas com pesticidas. Considerando que *A. largoensis* demonstra ser um competidor superior e apresenta menor sensibilidade à abamectina do que *E. alatus*, sua dominância nos folíolos do coqueiro torna-se ainda mais consistente.

## 8 REFERÊNCIAS CITADAS

AGROFIT. Sistema de agrotóxicos Fitossanitários do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2025. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>.

ANBER, H.A.I.; & OPPENOORTH, F.J. A mutant esterase degrading organophosphates in a resistant strain of the predacious mite *Amblyseius potentillae* (Garman). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 33, p. 283–297, 1989.

BARROS, M. E. N.; DA SILVA, F. W. B.; DE LIMA, D. B.; & DA SILVA MELO, J. W. Biopesticide and acaricides impair survival, predation, oviposition, and conversion of food into eggs of a phytoseiid mite, *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 27, n. 10, p. 1867–1877, 2022.

CALABUIG, A; PEKAS, A; WÄCKERS, F.L. The quality of nonprey food affects cannibalism, intraguild predation, and hyperpredation in two species of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, v. 111, n. 1, p. 72–77, 2018

CLAESSEN, D.; VAN OSS, C.; DE ROOS, A.M.; & PERSSON, L. The impact of size-dependent predation on population dynamics and individual life history. **Ecology**, v. 83, n. 6, p. 1660-1675, 2002.

GALVÃO, A. S., GONDIM JR, M. G., MORAES, G. J. D., & OLIVEIRA, J. V. D. Biologia de *Amblyseius largoensis* (Muma)(Acari: Phytoseiidae), um potencial predador de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) em coqueiro. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 465–470, 2007.

GONDIM, M.G.C., & DE MORAES, G.J. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with palm trees (Arecaceae) in Brazil. **Systematic and Applied Acarology**, v. 6, n. 1, p. 65-94, 2001.

GUEDES, R.N.C.; CAMPBELL, J.F.; ARTHUR, F.H.; OPIT, G.P.; ZHU, K.Y.; & THRONE, J. E. Acute lethal and behavioral sublethal responses of two stored-product psocids to surface insecticides. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 64, n. 12, p. 1314-1322, 2008.

GUEDES, R.N.C.; SMAGGHE, G.; STARK, J.D.; & DESNEUX, N. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. **Annual review of entomology**, v. 61, n. 1, p. 43-62, 2016.

HILLERISLAMBERS, R.; & DIECKMANN, U. Competition and predation in simple food webs: intermediately strong trade-offs maximize coexistence. Proceedings of the Royal Society of London. **Series B: Biological Sciences**, v. 270, n. 1533, p. 2591–2598, 2003.

HOLT, R. D.; & POLIS, G. A. A Theoretical Framework for Intraguild Predation. **The American Naturalist**, v. 149, n. 4, p. 745–763, 1997.

IRAC. Insecticide Resistance Action Committee, 2025. Disponível em: [www.irac-online.org](http://www.irac-online.org).

JANSSEN, A., SABELIS, M. W., MAGALHÃES, S., MONTSERRAT, M., & VAN DER HAMMEN, T. Habitat structure affects intraguild predation. **Ecology**, v. 88, n. 11, p. 2713–2719, 2007.

LAWSON-BALAGBO, L. M.; GONDIM JR, M. G. C.; DE MORAES, G. J.; HANNA, R.; & SCHAUSBERGER, P. Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. **Bulletin of Entomological Research**, v. 98, p. 83–96, 2008.

LIMA, D.B.; MELO, J.W.; GUEDES, R.N.; SIQUEIRA, H.A.; PALLINI, A.; & GONDIM, M.G. Survival and behavioural response to acaricides of the coconut mite predator *Neoseiulus baraki*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 60, p. 381-393, 2013a.

LIMA, D. B.; MELO, J. W. S.; GONDIM, M. G. C.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, J. D. M.; & PALLINI, A. Acaricide-impaired functional predation response of the phytoseiid mite *Neoseiulus baraki* to the coconut mite *Aceria guerreronis*. **Ecotoxicology**, v. 24, p. 1124–1130, 2015.

LIMA, D.B.; MONTEIRO, V.B.; GUEDES, R.N.C.; SIQUEIRA, H.A.A.; PALLINI, A.; & GONDIM, M.G.C. Acaricide toxicity and synergism of fenpyroximate to the coconut mite predator *Neoseiulus baraki*. **Biocontrol**, v. 58, p. 595-605, 2013b.

LIMA, D.B.; OLIVEIRA, H.K.V.; MELO, J.W.S.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; GUEDES, R. N.C.; PALLINI, A.; & OLIVEIRA, J.E.M. Acaricides impair prey location in a predatory phytoseiid mite. **Journal of Applied Entomology**, v. 141, n. 1-2, p. 141-149, 2016.

LOFEGO, A.C.; BARBOSA, M.F.D.C.; DEMITE, P.R.; & DE MORAES, G.J. Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) of the subfamily Amblyseinae from Brazil. **Zootaxa**, v. 5439, n. 1, p. 1-306, 2024.

MELO, J. W.; LIMA, D. B.; STAUDACHER, H.; SILVA, F. R.; GONDIM, M. G. C.; & SABELIS, M. W. Evidence of *Amblyseius largoensis* and *Euseius alatus* as biological control agent of *Aceria guerreronis*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 67, p. 411–421, 2015.

MELO, J.W.D.S.; DOMINGOS, C.A.; GONDIM JR, M.G.; & DE MORAES, G.J. Pode *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) preda *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) em coqueiro?. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 139-1443, 2009.

MOTOYAMA, N.; DAUTERMAN, W. C.; & ROCK, G. C. Toxicity of O-alkyl analogues of azinphosmethyl and other insecticides to resistant and susceptible predaceous mites, *Amblyseius fallacis*. **Journal of Economic Entomology**, v. 70, n. 4, p. 475–476, 1977.

MUÑOZ-CÁRDENAS, K.; Fuentes, L. S.; Cantor, R. F.; Rodríguez, C. D.; Janssen, A.; & Sabelis, M. W. Generalist red velvet mite predator (*Balaustium* sp.) performs better on a mixed diet. **Experimental and Applied Acarology**, v. 62, n. 1, p. 19–32, 2014.

MYLIUS, S. D.; KLUMPERS, K.; DE ROOS, A. M.; & PERSSON, L. Impact of intraguild predation and stage structure on simple communities along a productivity gradient. **The American Naturalist**, v. 158, n. 3, p. 259–276, 2001.

POLIS, G. A.; MYERS, C. A.; & HOLT, R. D. The Ecology and Evolution of Intra Guild Predation: Potential Competitors That Eat Each Other. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 20, p. 297–330, 1989.

POLIS, G. A.; & HOLT, R. D. Intraguild Predation: The Dynamics of Complex Trophic Interaction. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 7, p. 151–159, 1992.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Versão 4.5.1. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2025. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

REIS, A.C.; GONDIM, JR.M.G.C.; MORAES, G.J.; HANNA, R.; SCHAUSBERGER, P.; LAWSON-BALAGBO, L.E.; BARROS, R. Population dynamics of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) and associated predators on coconut fruits in Northeastern Brazil. *Neotrop Entomol* v. 37, p. 457–462, 2008.

REIS, P.R.; FRANCO, R.A.; PEDRO, M., & TEODORO, A.V. Impacto de produtos fitossanitários a ácaros predadores (Phytoseiidae) encontrados em cafeeiro. 2005.

REZENDE, D.; MELO, J.W.; OLIVEIRA, J.E.; & GONDIM JR, M.G. Estimated crop loss due to coconut mite and financial analysis of controlling the pest using the acaricide abamectin. **Experimental and Applied Acarology**, v. 69, n. 3, p. 297–310, 2016.

RIAH, E.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A. A.; & MEHRABADI, M. Pollen quality and predator viability: life table of *Typhlodromus bagdasarjani* on seven different plant pollens and two-spotted spider mite. **Systematic and Applied Acarology**, v. 21, n. 10, p. 1399–1412, 2016.

ROSENHEIM, J.A.; KAYA, H.K.; EHLER, L.E.; MAROIS, J.J.; & JAFFEE, B.A. Intraguild predation among biological-control agents: theory and evidence. **Biological control**, v. 5, n. 3, p. 303–335, 1995.

ROSENHEIM, J.A.; & HARMON, J.P. The influence of intraguild predation on the suppression of a shared prey population: an empirical reassessment. In: **Trophic and guild in biological interactions control**. Dordrecht: Springer Netherlands, p. 1–20, 2006.

SAMARAS, K.; Pappas, M. L.; Pekas, A.; Wäckers, F.; & Broufas, G. D. Benefits of a balanced diet? Mixing prey with pollen is advantageous for the

phytoseiid predator *Amblydromalus limonicus*. **Biological Control**, v. 155, p. 104531, 2021.

SAS Institute. SAS/STAT User's Guide, Version 8.02, TS Level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC, 2008.

SATO, M. E., MIYATA, T., KAWAI, A., & NAKANO, O. Selection for resistance and susceptibility to methidathion and cross resistance in *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 35, n. 3, p. 393–399, 2000.

SATO, M. E., TANAKA, T., & MIYATA, T. Monooxygenase activity in methidathion resistant and susceptible populations of *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 39, n. 1, p. 13–24, 2006.

SOUSA NETO, E. P. de. Effects of Acaricides on the Functional and Numerical Responses of the Phytoseid Predator *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) to Spider Mite Eggs. **Journal of Economic Entomology**, 2020.

WRIGHT, D.J.; & VERKERK, R.H.J. Integration of chemical and biological control systems for arthropods: evaluation in a multitrophic context. **Pesticide Science**, v. 44, p. 207–218, 1985.