



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE BIOCÊNCIAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS**

**MARCELO RODRIGUES ALVES FREITAS**

**EFEITO NA PREFERÊNCIA DE *Amblyseius largoensis* EXPERIENTES OU NÃO**  
**EM *Raoiella indica* NA PRESENÇA DE PISTAS QUÍMICAS**

**Recife**  
**2023**

MARCELO RODRIGUES ALVES FREITAS

EFEITO NA PREFERÊNCIA DE *Amblyseius largoensis* EXPERIENTES OU NÃO  
EM *Raoiella indica* NA PRESENÇA DE PISTAS QUÍMICAS

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel.

Orientador (a): Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo

Coorientador (a): Profa. Dra. Débora Barbosa de Lima Melo

Recife

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Freitas, Marcelo Rodrigues Alves.

Efeito na preferência de *Amblyseius largoensis* experientes ou não em *Raoiella* indica na presença de pistas químicas / Marcelo Rodrigues Alves Freitas. - Recife, 2023.

30 : il.

Orientador(a): José Wagner da Silva Melo

Cooorientador(a): Débora Barbosa de Lima Melo

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas /Ciências Ambientais - Bacharelado, 2023.

1. Ácaros. 2. Controle biológico. 3. Predadores. 4. Biologia. I. Melo, José Wagner da Silva. (Orientação). II. Melo, Débora Barbosa de Lima. (Cooorientação). IV. Título.

590 CDD (22.ed.)

MARCELO RODRIGUES ALVES FREITAS

EFEITO NA PREFERÊNCIA DE *Amblyseius largoensis* EXPERIENTES OU NÃO  
EM *Raoiella indica* NA PRESENÇA DE PISTAS QUÍMICAS

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel.

Aprovado em: 25/09/2023

**COMISSÃO EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Débora Barbosa de Lima Melo / Universidade Federal de Pernambuco

\_\_\_\_\_  
Dra. Girleide Vieira de França-Beltrão / Universidade Federal Rural de Pernambuco

\_\_\_\_\_  
Dra. Vaneska Barbosa Monteiro / Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife

2023

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meus pais, Ademar e Erinalva, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando durante a minha formação.

Aos meus irmãos, Thiago e Arthur, que foram muito importantes durante todo o processo.

Às minhas avós, Ana e Aldenora, que foram fundamentais com seu apoio e incentivo.

A toda minha família que de algum modo sempre me incentivou e me acolheu em todos os momentos.

Aos meus orientadores, Profa. Dra. Débora de Lima Melo e Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo, pela confiança, pelos ensinamentos e pela oportunidade de fazer parte do seu laboratório.

A todos os membros e amigos do Laboratório de Acarologia da UFPE, pela amizade construída e conhecimento compartilhado.

Aos amigos que fiz durante o curso e que de alguma forma desempenharam um papel importante na conquista deste feito.

"O esforço é o preço que você paga pelo bilhete para o futuro. A recompensa é o destino que você cria com ele."

Ayn Rand

## RESUMO

A aprendizagem tem um papel importante na variação do comportamento de forrageamento de organismos predadores, podendo ser influenciada pelo histórico alimentar das espécies. Ácaros predadores têm a capacidade de detectar pistas químicas deixadas por suas presas no ambiente. *Raoiella indica* é um ácaro fitófago invasor que afeta principalmente algumas espécies de palmeiras, sendo encontrado na natureza associado a *Amblyseius largoensis*, um ácaro predador generalista que possui potencial para controlar essa praga. No presente estudo foi avaliado se a experiência alimentar prévia do *A. largoensis* influencia na detecção das pistas de presas deixadas pelo *R. indica* no ambiente. Vinte adultos de *R. indica*, oriundos de coqueiro ou helicônia, foram liberados em apenas um dos hemisférios de uma unidade experimental, para permitir a liberação das pistas químicas pelo período de 24 horas. Após esse tempo, foram retirados esses indivíduos. Uma fêmea adulta de *A. largoensis*, com privação alimentar de 4 horas, foi colocada no centro dessa arena para ser avaliado o tempo de permanência nos hemisférios com pista e sem pista. Foram conduzidas 20 repetições para cada combinação, totalizando seis combinações. Cada combinação envolveu três tipos de experiências (coqueiro, helicônia e inexperiente) e dois tipos de pistas (coqueiro e helicônia). Os resultados indicaram que *A. largoensis* não demonstrou preferência por pistas de *R. indica*, independentemente de sua experiência anterior.

**Palavras-chave:** Phytoseiidae. Tenuipalpidae. inimigos naturais. forrageamento.

## ABSTRACT

Learning plays an important role in the foraging behavior variation of predator organisms and can be influenced by the feeding history of species. Predatory mites have the ability to detect chemical cues left by their prey in the environment. *Raoiella indica* is an invasive phytophagous mite that primarily affects certain palm tree species, and it is found in nature associated with *Amblyseius largoensis*, a generalist predator mite with the potential to control this pest. In the present study, we evaluated whether the prior feeding experience of *A. largoensis* influences the detection of prey cues left by *R. indica* in the environment. Twenty adult *R. indica* individuals, originating from coconut palms or heliconia plants, were released in only one hemisphere of an experimental unit to allow the release of chemical cues for a period of 24 hours. After this time, these individuals were removed. An adult female *A. largoensis*, deprived of food for 4 hours, was placed in the center of this arena to evaluate the time spent in hemispheres with and without cues. Twenty repetitions were conducted for each combination, totaling six combinations. Each combination involved three types of experiences (coconut palm, heliconia, and inexperienced) and two types of cues (coconut palm and heliconia). The results indicated that *A. largoensis* did not show a preference for *R. indica* cues, regardless of its prior experience.

**Keywords:** Phytoseiidae. Tenuipalpidae. natural enemies. foraging.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tempo de permanência de *A. largoenses* experientes ou não na ausência e presença de pistas de *R. indica*. 21

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	Preferência alimentar e aprendizagem	13
2.2	Forrageamento de pistas da presa	14
2.3	Família Phytoseiidae	15
2.4	<i>Amblyseius largoensis</i>	16
2.5	<i>Raoiella indica</i>	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1	Coleta e criação do ácaro predador <i>A. largoensis</i>	19
3.2	Efeito da preferência de <i>A. largoensis</i> sobre pistas de <i>R. indica</i>	19
3.3	Análise estatística	20
4	RESULTADOS	21
5	DISCUSSÃO	22
6	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25

## 1 INTRODUÇÃO

*Raoiella indica* Hirst, conhecido como ácaro-vermelho-das-palmeiras, é uma espécie de ácaro fitófago que pertence à família Tenuipalpidae (ETIENNE & FLETCHMANN, 2006). Dentre as espécies hospedeiras desse ácaro, destaca-se o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) por ser a espécie na qual ele foi primeiramente descrito (HIRST, 1924) e que se encontra frequentemente associado (TEODORO *et al.* 2016), além de possuir uma grande relevância econômica (MARSARO *et al.* 2010). *Raoiella indica* é encontrado na face abaxial das folhas (ETIENNE & FLETCHMANN, 2006) e alimenta-se através dos estômatos de seu hospedeiro, de onde retira o conteúdo celular (OCHOA *et al.*, 2011). Ao se alimentar, *R. indica* provoca manchas amareladas nas folhas de seu hospedeiro que, com o tempo, passam a apresentar necrose (FLECHTMANN & ETIENNE, 2004; ETIENNE & FLETCHMANN, 2006; HOY *et al.*, 2007).

Entre os inimigos naturais que se encontram associados com *R. indica*, o ácaro fitoseídeo *Amblyseius largoensis* (Muma) se destaca como o mais comum e amplamente observado (CARRILLO *et al.*, 2012b; VASQUÉS & MORAES, 2012; GONDIM JR. *et al.*, 2012; DOMINGOS *et al.*, 2013). Esse ácaro predador tem sido considerado uma opção promissora para integrar programas de controle biológico direcionados ao combate do *R. indica* (CARRILLO *et al.*, 2012b; DOMINGOS *et al.*, 2013; NAVIA *et al.*, 2014; MENDES *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2018).

*Amblyseius largoensis* é um predador generalista (subtipo III-b) que vive nas folhas desprovidas de tricomas. (MCMUTRY *et al.*, 2013). Este predador pertence à família Phytoseiidae na qual estudos indicam que o forrageamento de presas por estes ocorre através de estímulos químicos emitidos tanto pela própria presa quanto pelas plantas que foram alvo de ácaros fitófagos (SABELIS & DICKE, 1985). Os ácaros fitoseídeos detectam esses sinais químicos devido à existência de quimiorreceptores localizados nos palpos e tarso de seu primeiro par de pernas (AKKERHUIS *et al.* 1985).

A habilidade de detectar pistas químicas ou mecânicas deixadas no ambiente é essencial para que o predador possa localizar sua presa de forma eficaz (ABRAMS, 2000). Ácaros predadores podem variar sua preferência alimentar de

acordo com a espécie e o contexto ambiental em que se encontram (MORAES & FLECHTMANN, 2008). A adaptação das espécies ao alimento disponível é crucial para sua sobrevivência, principalmente nas espécies generalistas, podendo afetar sua capacidade de aprendizagem (CHRISTIANSEN *et al.*, 2016).

A aprendizagem relacionada à alimentação desempenha um papel significativo na variação no comportamento de forrageamento em inimigos naturais (VET & DICKE, 1992). Uma das prováveis mudanças ligadas à aprendizagem está relacionada ao histórico alimentar das espécies (SEITER *et al.*, 2016). Sabe-se que a preferência dos ácaros predadores pelos odores de plantas infestadas por presas é, em parte, moldada por experiências anteriores de busca por alimentos (TAKABAYASHI & DICKE, 1992; KRIPS *et al.*, 1999; DRUKKER *et al.*, 2000).

Embora diversos estudos indicam que ácaros fitoseídeos conseguem detectar suas presas através de pistas de presas, não há relatos da detecção de pistas de presas por *A. largoensis*, muito menos quando envolve a experiência alimentar deste. Assim, o objetivo do presente trabalho é avaliar a preferência de *A. largoensis* por pistas de *R. indica*, tendo a experiência na predação sobre *R. indica* como mediador de seu comportamento de forrageamento.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Preferência alimentar e aprendizagem

Ácaros predadores são organismos que se alimentam de outros ácaros, insetos e pequenos artrópodes. A preferência alimentar desses ácaros pode variar dependendo da espécie e das condições ambientais (MORAES & FLECHTMANN, 2008). Os ácaros exibem uma notável diversidade de hábitos alimentares, sendo capazes de atuar como predadores, herbívoros, onívoros ou adotar um comportamento parasitário (MORAES & FLECHTMANN, 2008). A adaptação a diferentes hábitos alimentares muitas vezes está relacionada a modificações morfológicas e adaptações fisiológicas (MORAES & FLECHTMANN, 2008).

A aprendizagem é definida como a alteração no comportamento de um indivíduo decorrente de suas experiências (LINCOLN *et al.*, 1998; ALCOCK, 2005). Ela pode impactar todas as principais atividades da vida, incluindo forrageamento, reprodução, defesa contra predadores e interações sociais (ALCOCK, 2005). Geralmente, considera-se que a aprendizagem seja um processo adaptativo (ALCOCK, 2005; PEARL, 2008). A aprendizagem depende da interação direta entre as espécies em uma população e o seu ambiente (MATURANA, 2001). Visto que os ambientes exibem variações em suas características bióticas e abióticas, é provável que ocorra uma preferência por diferentes habilidades (SEITER *et al.*, 2016). Uma das possíveis alterações relacionadas com a aprendizagem é o histórico da dieta das espécies (SEITER *et al.*, 2016). Sabe-se que as espécies devem se adaptar ao alimento disponível em seu habitat para garantir sua sobrevivência. Essa adaptação acontece especialmente entre aquelas espécies consideradas generalistas e pode levar a alterações no processo de aprendizagem (MERY *et al.*, 2010). Entre os grupos de organismos que demonstram habilidades de aprendizagem, figuram os ácaros da família Phytoseiidae (CHRISTIANSEN *et al.*, 2016). Um exemplo é o *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, que exibiu alterações em seu comportamento de forrageamento em resposta a mudanças em sua dieta (DICKE *et al.*, 1990). Quando esse predador foi criado em um ambiente onde se alimentava de *Tetranychus urticae* Koch, provenientes de plantas de feijão lima (*Phaseolus lunatus* L.), demonstrou uma preferência pelo odor das plantas de feijão lima infestadas por

*T. urticae* em comparação com as plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) infestadas pelo mesmo fitófago. No entanto, quando foi criado com *T. urticae* originários de plantas de pepino, observou-se uma modificação em seu comportamento de forrageamento, passando a escolher preferencialmente plantas de pepino infestadas por *T. urticae*. Essa foi a primeira evidência de aprendizagem observada em ácaros predadores (DICKE *et al.*, 1990). Essa habilidade de variação comportamental está ligada à diferença na composição de compostos voláteis liberados por plantas atacadas por *T. urticae* (BOER *et al.*, 2006).

## 2.2 Forrageamento de pistas da presa

Os artrópodes interagem entre si através de pistas físicas e químicas deixadas no ambiente (MATTHEWS & MATTHEWS, 2009). Inimigos naturais são organismos sofisticados que em forrageamento utilizam de diversas pistas para a procura de suas presas (TUMLINSON *et al.*, 1992). Essas interações entre predador e presa dependem da localização entre os envolvidos (ABRAMS, 2000). A capacidade de reconhecimento das pistas químicas ou mecânicas deixadas no ambiente é fundamental para a detecção da presa pelo inimigo natural (ABRAMS, 2000).

Os ácaros predadores utilizam uma ampla gama de estímulos para localizar suas presas. Dentre esses estímulos, destacam-se os sinais olfativos que as presas emitem, chamados de cairomônios, assim como aqueles liberados pelas plantas hospedeiras, chamados sinomônios (WHITTAKER & FEENY, 1971; PRICE *et al.* 1980; DICKE & SABELIS, 1987; VET & DICKE, 1992; BRUIN *et al.* 1995). Os cairomônios produzidos pelas presas, no caso de ácaros fitófagos, estão presentes em suas fezes, ovos, exúvias, teias e feromônios, enquanto que os sinomônios consistem nos metabólitos secundários voláteis das plantas. Os predadores utilizam os sinais químicos emitidos pelas presas para a localização das mesmas à curta distância (DICKE & SABELIS, 1987; DICKE *et al.*, 1990). Os ácaros da família Phytoseiidae são capazes de detectar essas mensagens químicas devido à presença de quimiorreceptores localizados nos palpos e tarso do primeiro par de pernas (AKKERHUIS *et al.*, 1985).

### 2.3 Família Phytoseiidae

Phytoseiidae é uma família de ácaros pertencente à ordem Mesostigmata (MORAES *et al.*, 2004). Eles representam a família mais relevante de ácaros predadores na maioria das espécies vegetais e têm sido amplamente estudados devido ao seu potencial como inimigos naturais de organismos fitófagos (MORAES & FLECHTMANN, 2008). O rápido desenvolvimento, a notável habilidade de forrageamento e a alta capacidade de sobrevivência em diferentes substratos são características que contribuem para esse propósito (PARRA, 2002). Como resultado disso, eles são amplamente usados e comercializados para o controle biológico de ácaros-praga. (GERSON *et al.* 2008). É a família mais empregada para essa finalidade, com aproximadamente 16 espécies que são regularmente comercializadas em todo o mundo (BARBOSA *et al.*, 2017). Os fitoseídeos podem ser encontrados em todo o mundo, com exceção da Antártica (CARMONA, 1996). No território brasileiro, foram identificadas 268 espécies de fitoseídeos (DEMITE *et al.*, 2023). Embora algumas espécies habitem o solo, em geral, os fitoseídeos são encontrados na parte aérea das plantas, como folhas, frutos e flores (MCMURTRY *et al.*, 2013). Os fitoseídeos são ácaros bastante ativos e ágeis, movendo-se a uma velocidade superior à de suas presas (MORAES, 2002).

Os ácaros fitoseídeos possuem um ciclo de vida que inclui os estágios de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (SATO, 2006). O período de desenvolvimento é curto e completa-se em aproximadamente uma semana sob condições ambientais favoráveis. O período de oviposição normalmente varia entre 20 a 30 dias, durante os quais as fêmeas geralmente ovipositam um ou dois ovos por dia. O ovo apresenta uma forma alongada, começando como translúcido e, com o tempo, adquire uma tonalidade leitosa. (MORAES & FLECHTMANN, 2008).

Os fitoseídeos consomem uma ampla variedade de alimentos e desenvolvem diversos comportamentos alimentares ao longo do seu desenvolvimento (FATHIPOUR & MALEKNIA, 2013). Embora sejam reconhecidos principalmente por seu comportamento predatório, muitos também se alimentam de pólen, fungos e substâncias açucaradas produzidas por insetos, bem como exsudatos de plantas (MORAES & FLECHTMANN, 2008). Baseados em seu padrão alimentar e grau de especialização em relação a suas presas, os fitoseídeos foram classificados em quatro tipos: Tipo I – predadores especialistas (subtipo I-a – especializados na

alimentação com *Tetranychus* (Tetranychidae); subtipo I-b – especializados em ácaros produtores de teia (Tetranychidae); subtipo I-c – especializados em ácaros da superfamília Tydeoidea); Tipo II – predadores seletivos de ácaros tetraniquídeos; Tipo III – predadores generalistas (subtipo III-a – vivem em folhas novas; subtipo III-b – vivem em folhas glabras; subtipo III-c – abrigam-se em domáceas (dicotiledôneas); subtipo III-d – abrigam-se em plantas monocotiledôneas; subtipo III-e – movem-se periodicamente da parte aérea da planta para o solo); Tipo IV – generalistas que preferem pólen como fonte de alimento (MCMUTRY *et al.*, 2013).

#### **2.4 *Amblyseius largoensis***

*Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) é uma espécie de ácaro predador que habita naturalmente regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo, frequentemente encontrado em folíolos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) (GONDIM JR. & MORAES, 2001) e considerado um importante inimigo natural das principais pragas que afetam essa planta (CARRILLO *et al.*, 2012b; MELO *et al.*, 2015). O *A. largoensis* é caracterizado por ter uma cor clara, um corpo de tonalidade branco-amarelada, pernas longas, forma ovóide e um comprimento de aproximadamente 0,5 mm, com as fêmeas sendo maiores que os machos (MORAES, 2002).

*Amblyseius largoensis* foi categorizado como um predador generalista do tipo III com base em sua ampla dieta (MCMUTRY *et al.*, 2013). Além de se alimentar de ácaros fitófagos e outros artrópodes, também se alimenta de pólen e substâncias açucaradas, como o néctar (MCMURTRY & CROFT, 1997; LAWSON-BALAGBO *et al.*, 2008; MELO *et al.*, 2015). Este ácaro predador apresenta um ciclo de desenvolvimento curto, alta fecundidade e habilidade de busca (RODRÍGUEZ, 2004).

Essa espécie tem sido observada em associação com *Raoiella indica* Hirst em plantações de coco em diversos países, incluindo o Brasil (LIRA, 2021). *A. largoensis* é capaz de se alimentar, desenvolver e se reproduzir em uma dieta composta apenas por *R. indica*, demonstrando além disso uma preferência por ovos em comparação com outros estágios dessa praga (CARRILLO *et al.*, 2012b). Além disso, o predador apresenta uma resposta funcional do Tipo II e uma resposta numérica positiva em relação ao aumento das densidades de *R. indica*, um fator que

pode contribuir para a explicação do aumento populacional observado em áreas recentemente invadidas (CARRILLO *et al.*, 2012b).

## 2.5 *Raoiella indica*

*Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), conhecido como o ácaro vermelho das palmeiras, é um ácaro fitófago que recentemente invadiu o Hemisfério Ocidental. (CARRILLO *et al.* 2012a). Esta espécie foi registrada pela primeira vez em folhas de coqueiros na Índia em 1924 (HIRST, 1924), sendo uma espécie endêmica da Ásia e com provável centro de origem no Oriente Médio (DOWLING *et al.*, 2011). Em 2004, houve o primeiro relato de *R. indica* na América, ocorrendo em folíolos de coqueiro e da palmeira-de-manila (*Adonidia merrillii* (Becc.) Becc.) na ilha de Martinica (FLECHTMANN & ETIENNE, 2004). O ácaro foi primeiramente relatado no Brasil em 2009, em folhas de coqueiro no estado de Roraima (NAVIA *et al.*, 2011). Posteriormente, se espalhou e se estabeleceu na região Norte do país (RODRIGUES & ANTONY, 2011; MELO *et al.*, 2018). Em 2015, foi registrado pela primeira vez no Nordeste, no estado do Ceará, vindo depois a se espalhar por outros estados do Brasil (MELO *et al.*, 2018).

O *R. indica* demonstra uma capacidade adaptativa notável em relação a novas plantas hospedeiras, sendo atualmente registrado em cerca de 100 espécies botânicas conhecidas (COCCO & HOY, 2009; CARRILLO *et al.*, 2012a; GONDIM Jr. *et al.*, 2012; MELO *et al.*, 2018; SOUSA NETO *et al.*, 2021). Este ácaro pode atingir densidades populacionais muito altas e causar danos significativos a várias espécies de plantas, especialmente da família Arecaceae (CARRILLO *et al.* 2012a). *Raoiella indica* é encontrado na face abaxial das folhas do hospedeiro (ETIENNE & FLETCHMANN, 2006). As folhas quando infestadas pelo ácaro apresentam manchas amareladas e posteriormente se tornam necrosadas (FLECHTMANN & ETIENNE, 2004; ETIENNE & FLETCHMANN, 2006; HOY *et al.*, 2007).

O *R. indica* passa por cinco estágios de desenvolvimento. Após a etapa de ovo, atravessa as etapas de larva, protoninfa e deutoninfa antes de atingir a fase adulta. Entre os estágios pós-embrionários de desenvolvimento, os ácaros permanecem quiescentes (protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida) (NAVIA *et al.*, 2015). O ovo possui coloração avermelhada, formato oblongo e aspecto

brilhante, com um pedicelo em uma das suas extremidades (KANE *et al.*, 2012; NAVIA *et al.*, 2013). Durante todas as etapas do desenvolvimento pós-embrionário do ácaro, as extremidades das setas dorsais estão dotadas de gotículas que podem desempenhar um papel defensivo contra predadores (KANE *et al.*, 2012).

*Raoiella indica* possui dois tipos de reprodução: sexuada e assexuada. Na reprodução assexuada, ocorre a partenogênese do tipo arrenótoca, em que ovos não fecundados geram exclusivamente machos. Seu ciclo de vida tem duração média de 45 dias, com período de oviposição variando de 2 a 17 dias, e uma média de 22 ovos por fêmea (NAVIA *et al.*, 2013; NAVIA *et al.*, 2015).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Coleta e criação do ácaro predador *A. largoensis*

Os exemplares do ácaro predador *A. largoensis* foram coletados em folíolos de coqueiro (*C. nucifera*) no campus da Universidade Federal de Pernambuco. Três tipos de criações com populações distintas de *A. largoensis* foram estabelecidas: *A. largoensis* experiente em *R. indica* oriundos de coqueiro, *A. largoensis* experiente em *R. indica* oriundos de helicônia e *A. largoensis* sem experiência em *R. indica*.

A criação foi estabelecida em uma bandeja de plástico, que continha um disco de PVC com 9 cm de diâmetro sobre uma espuma. As margens desse disco foram cobertas com algodão hidrófilo umedecido com água destilada, a fim de evitar a fuga dos ácaros. A bandeja foi coberta com uma tampa que dispunha de tela para a passagem do ar. Uma lamínula foi colocada sobre um pedaço pequeno de algodão para servir de abrigo e local de oviposição para o *A. largoensis*. As criações de *A. largoensis* experientes foram alimentadas com ovos, larvas e adultos de *R. indica* presentes em pedaços de folíolos de coqueiro ou folhas de helicônia. Mel a 10% umedecido em um pedaço pequeno de papel-filtro sobre uma lamínula e pólen de mamona também foram ofertados. Para a alimentação das criações de *A. largoensis* sem experiência de *R. indica*, foram ofertados ovos, larvas e adultos de *Tetranychus urticae* Kock em folhas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) Mel a 10% e pólen de mamona também foram ofertados. A substituição dos alimentos ocorreu a cada dois dias.

#### 3.2 Efeito da preferência de *A. largoensis* sobre pistas de *R. indica*

A unidade experimental foi construída utilizando um disco de PVC com 2 cm de diâmetro preso sobre uma base redonda de plástico de 2 centímetros de diâmetro e 1,1 cm de altura, a qual foi fixada no centro de uma placa de Petri de 5,5 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura. As margens desse disco foram envoltas com algodão hidrófilo umedecido com água destilada, com a finalidade de evitar a fuga dos ácaros. Uma pequena tira de algodão hidrófilo umedecido com água destilada

foi colocada no centro da arena, delimitando um hemisfério com pista e outro sem pista.

Vinte adultos de *R. indica*, provenientes de coqueiro ou helicônia, foram liberados em uma das metades da arena e mantidos por 24 horas para permitir a liberação das pistas químicas. Após esse período, os indivíduos de *R. indica* e o algodão central utilizado para dividir a arena foram removidos. Água destilada foi acrescentada à placa de Petri até atingir a altura do disco de PVC. Fêmeas adultas de *A. largoensis*, previamente isoladas por um período de 4 horas sem alimento, foram liberadas no centro nesse disco. As fêmeas foram gravadas por 10 min através de um celular acoplado a um microscópio estereoscópico (Zeiss Stemi 305). O parâmetro avaliado nos vídeos foram o tempo de permanência nas áreas com pista e sem pista. Os experimentos foram conduzidos a 24-27°C, RH 60 ± 10%.

Vinte repetições foram realizadas para cada combinação, onde cada ácaro representou uma repetição. No total, foram realizadas seis combinações, consistindo em três tipos de experiências (*A. largoensis* experiente em *R. indica* de coqueiro, *A. largoensis* experiente em *R. indica* de helicônia e *A. largoensis* sem experiência em *R. indica*) com dois tipos de pistas distintas (pista de *R. indica* oriundo de coqueiro e pista de *R. indica* oriundo de helicônia). Após cada repetição, a arena foi substituída.

### **3.3 Análise estatística**

O tempo médio de permanência dos ácaros em cada hemisfério da arena foi comparado através do Teste de Qui-Quadrado com um alfa de 5% de confiança, utilizando o PROC FREQ do SAS Institute (2002).

## 4 RESULTADOS

Não foram observadas diferenças significativas no tempo de permanência de *A. largoensis*, tanto experientes quanto inexperientes em *R. indica*, nos hemisférios com ou sem pistas em todos os tratamentos (Fig. 1).

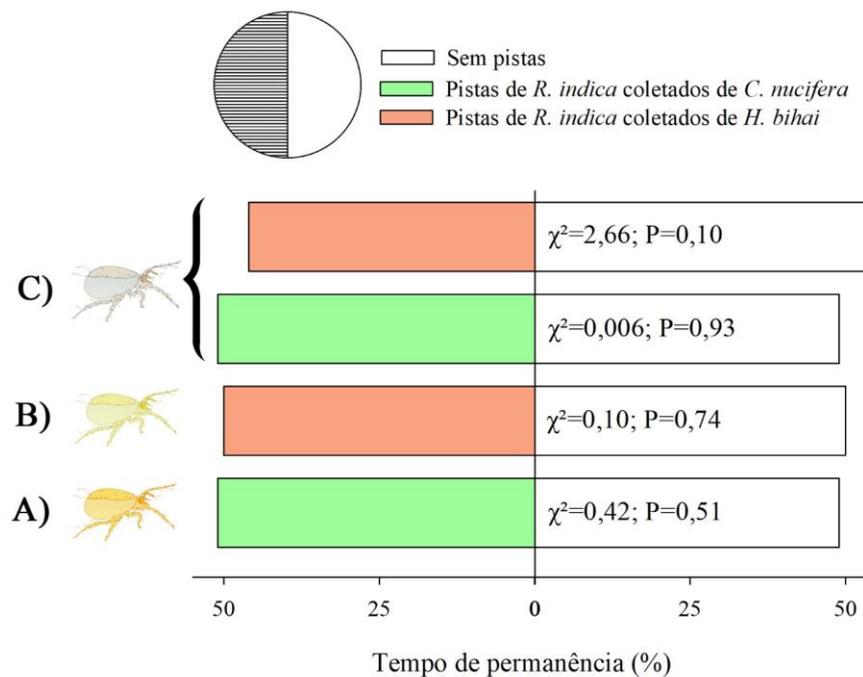


Figura 1 – Tempo de permanência de *A. largoenses* experientes em *R. indica* de coqueiro (A), experientes em *R. indica* de helicônia (B) e sem experiência em *R. indica* (C) na presença de pistas de *R. indica*.

## 5 DISCUSSÃO

A experiência prévia pode afetar o comportamento de forrageamento, a capacidade de reconhecimento e a resposta a pistas. (DICKE *et al.*, 1990). Nossos resultados sugerem que *A. largoensis* nessas condições submetidas, não foi capaz de diferenciar o hemisfério com pistas de *R. indica* independente da experiência prévia na alimentação. Ácaros predadores não possuem olhos, portanto eles utilizam voláteis de plantas infestadas por herbívoros e pistas de presas deixadas no ambiente para o forrageamento (PRICE *et al.*, 1980; SABELIS *et al.*, 1999; VAN ZANDT & AGRAWAL, 2004; ARIMURA *et al.*, 2005). Assim, uma hipótese para essa falta de resposta pode ser a quantidade de pistas de *R. indica* não ter sido suficiente para provocar uma resposta comportamental de forrageamento do *A. largoensis* nas condições testadas. Os cairomônios dos ácaros fitófagos, que podem ser encontrados nas suas fezes, ovos, exúvias, teias e feromônios, servem como marcadores altamente precisos que ajudam o ácaro predador a localizá-los a curtas distâncias (DICKE & SABELIS, 1988; DICKE *et al.*, 1990). No entanto, estudos sugerem que na ausência de estímulos relacionados à presa, o ácaro predador adota um comportamento de exploração em busca de informações que revelem a sua localização (SABELIS *et al.*, 1984; SABELIS & VAN DER WEEL, 1993; COLLIER *et al.*, 2000). Portanto, é possível que a falta de resposta observada seja atribuída à ausência de detecção das pistas de presas pelo ácaro predador, independentemente de sua experiência anterior.

Uma outra hipótese para o resultado encontrado no presente trabalho é que o tempo de privação alimentar do predador também pode ter influenciado a capacidade de *A. largoensis* em detectar as suas pistas e, conseqüentemente, o seu comportamento de forrageamento. Quando um animal procura por alimentos, vários fatores desempenham um papel importante nessa busca. O nível de fome experimentado pelo indivíduo leva o animal a mudar seu comportamento em diferentes cenários, afetando a forma como ele se move, percebe a presa e sua eficiência na captura (PERRY, 1987; NOSIL, 2002; CURTIS *et al.*, 2010; DALEO *et al.*, 2012). Portanto, é possível que a experiência prévia pode não ter tido influência devido ao período de privação alimentar, o qual pode não ter sido suficiente para afetar a resposta dos ácaros a essa metodologia.

O processo de busca de presas por parte dos ácaros predadores segue uma sequência hierárquica de etapas: (1) identificação de um habitat onde as presas estão presentes; (2) identificação da colônia de presas dentro desse habitat; e (3) identificação de indivíduos específicos dentro da colônia (SABELIS & DICKE, 1985). Pouco se sabe sobre o forrageamento de *A. largoensis* e os resultados desse trabalho sugerem que esses ácaros nessas condições submetidas, não foram capazes de diferenciar os hemisférios com as pistas de *R. indica*. Contudo, mais envolvendo novas metodologias devem ser realizados para identificar as formas na qual *A. largoensis* forrageia sua presa.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem que *A. largoensis*, sob estas condições experimentais, não foi capaz de diferenciar o hemisfério com pistas de *R. indica*, independentemente da experiência anterior com a alimentação. Mais estudos envolvendo novas metodologias devem ser realizados para identificar as formas na qual *A. largoensis* forrageia sua presa.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMS, P. A. The evolution of predator-prey interactions: theory and evidence. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 31, n. 1, p. 79-105, 2000.
- AKKERHUIS, G. J. O.; SABELIS, M. W.; TJALLINGII, W. F. Ultrastructure of chemoreceptors on the pedipalps and first tarsi of *Phytoseiulus persimilis*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 1, p. 235-251, 1985.
- ALCOCK, J. **Animal behavior: An evolutionary approach**. Sinauer associates, 2005.
- ARIMURA, G. I.; KOST, C.; BOLAND, W. Herbivore-induced, indirect plant defences. **Biochim Biophys Acta**, v. 1734, n. 2, p. 91-111, 2005.
- BARBOSA, M. F. C.; DEMITE, P. R.; MORAES, G. J.; POLETTI, M. **Controle Biológico com Ácaros Predadores e Seu Papel no Manejo Integrado de Pragas**. Engenheiro Coelho/SP. PROMIP, 2017.
- BOER, J. D.; DICKE, M. Olfactory learning by predatory arthropods. **Animal Biology**, v. 56, n. 2, p. 143-155, 2006.
- BRUIN, J.; SABELIS, M. W.; DICKE, M. Do plants tap SOS signals from their infested neighbours?. **Trends in ecology and evolution**, v. 10, n. 4, p. 167-170, 1995.
- CARMONA, M. M.; DIAS, J. S.; GANHÃO, J. F. P. **Fundamentos de acarologia agrícola**. 1996.
- CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCAN, R. E.; PEÑA, J. E. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 271-289, 2012a.
- CARRILLO D.; HOWARD F. J.; RODRIGUES J. C. V.; PEÑA J. E. A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 347-360, 2012b.
- CHRISTIANSEN, I. C.; SZIN, S.; SCHAUSBERGER, P. Benefit-cost trade-offs of early learning in foraging predatory mites *Amblyseius swirskii*. **Scientific reports**, v. 6, n. 1, p. 23571, 2016.
- COLLIER, K. F.; EIRAS, Á. E.; ALBUQUERQUE, G. S.; BLACKMER, J. L.; ARAÚJO, M. C.; MONTEIRO, L. B. Localização de presas à curta distância por *Neoseiulus californicus* (McGregor)(Acari: Phytoseiidae): o papel dos aleloquímicos dos ácaros fitófagos *Panonychus ulmi* (Koch) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e da planta hospedeira, *Malus domestica* (Borkham). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 705-713, 2000.

CURTIS, D. L.; VANIER, C. H.; MCGAW, I. J. The effects of starvation and acute low salinity exposure on food intake in the Dungeness crab, *Cancer magister*. **Marine biology**, v. 157, p. 603-612, 2010.

DALEO, P.; ALBERTI, J.; AVACA, M. S.; NARVARTE, M.; MARTINETTO, P.; IRIBARNE, O. Avoidance of feeding opportunities by the whelk *Buccinanops globulosum* in the presence of damaged conspecifics. **Marine biology**, v. 159, p. 2359-2365, 2012.

DEMITE, P. R.; MORAES, G. J.; MCMURTRY, J. A.; DENMARK, H. A.; CASTILHO, R. C. **Phytoseiidae Database**. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae>. Acesso em 24 set. 2023, 2023

DICKE, M.; SABELIS, M. W. How plants obtain predatory mites as bodyguards. **Netherlands journal of zoology**, v. 38, n. 2-4, p. 148-165, 1987.

DICKE, M.; VAN DER MASS, K. J.; TAKABAYASHI, J.; VET, L. E. M. Learning affects response to volatile allelochemicals by predatory mites. **Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society**, n. 1, p. 31-36, 1990.

DOMINGOS, C. A.; OLIVEIRA, L. O.; DE MORAIS, E. G.; NAVIA, D., MORAES, G. J.; GONDIM JR, M. G. Comparison of two populations of the pantropical predator *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) for biological control of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 60, p. 83-93, 2013.

DOWLING, A. P. G.; OCHOA, R.; BEARD, J. J.; WELBOURN, W. C.; UECKERMANN, E. A. Phylogenetic investigation of the genus *Raoiella* (Prostigmata: Tenuipalpidae): diversity, distribution, and world invasions. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 257–269 2011.

DRUKKER, B.; BRUIN, J.; JACOBS, G.; KROON, A.; SABELIS, M. W. How predatory mites learn to cope with variability in volatile plant signals in the environment of their herbivorous prey. **Experimental and Applied Acarology**, v. 24, p. 881-895, 2000.

ETIENNE, J.; FLECHTMANN, C. H. W. First record of *Raoiella indica* (Hirst, 1924) (Acari: Tenuipalpidae) in Guadeloupe and Saint Martin, West Indies. **International Journal of Acarology**, v. 32, n. 3, p. 331-332, 2006.

FLECHTMANN, C. H. W.; ETIENNE, J. The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 9, n. 1, p. 109-110, 2004.

GERSON, U.; SMILEY, R. L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control**. John Wiley & Sons, 2008.

GONDIM JR, M. G. C.; CASTRO, T. M.; MARSARO JR, A. L.; NAVIA, D., MELO, J. W. S.; DEMITE, P. R.; MORAES, G. J. Can the red palm mite threaten the Amazon vegetation?. **Systematics and Biodiversity**, v. 10, n. 4, p. 527-535, 2012.

HIRST, S. LV. - On some new species of red spider. **Annals and Magazine of Natural History**, v. 9, n. 14:83, p. 522-527, 1924.

HOY, M. A.; PEÑA, J.; NGUYEN, R. Red Palm Mite, *Raoiella indica* Hirst (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae): EENY-397/IN711, rev. 4/2010. **EDIS**, v. 2007, n. 6, 2007.

KANE, E. C.; OCHOA, R.; MATHURIN, G.; ERBE, E. F.; BEARD, J. J. *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae): an exploding mite pest in the Neotropics. **Experimental Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57: p. 215–225, 2012.

KRIPS, O. E.; WILLEMS, P. E. L.; GOLS, R.; POSTHUMUS, M. A.; DICKE, M. The response of *Phytoseiulus persimilis* to spider mite-induced volatiles from gerbera: influence of starvation and experience. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, p. 2623-2641, 1999.

LAWSON-BALAGBO, L. M.; GONDIM JR, M. G. C.; 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, n. 1, p. 83-96, 2008.

LINCOLN, R. J.; BOXSHALL, G. A.; CLARK, P. F. **A dictionary of ecology, evolution, and systematics**. 2nd ed. Cambridge university press, 1998.

LIMA, D. B.; REZENDE-PUKER, D.; MENDONÇA, R. S.; TIXIER, M. S.; GONDIM JR, M. G. C.; MELO, J. W. S.; OLIVEIRA D. C.; NAVIA, D. Molecular and morphological characterization of the predatory mite *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae): surprising similarity between an Asian and American populations. **Experimental and Applied Acarology**, v. 76, p. 287-310, 2018.

LIRA, V. A.; JUMBO, L. O. V.; FREITAS, G. S.; RÊGO, A. S.; GALVÃO, A. S.; TEODORO, A. V. Efficacy of *Amblyseius largoensis* (Muma) as a biocontrol agent of the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Phytoparasitica**, v. 49, n. 1, p. 103-111, 2021.

MATTHEWS, R. W.; MATTHEWS, J. R. Chemical Communication, p. 217-259. In: MATTHEWS, R. W.; MATTHEWS, J. R. (eds.), **Insect behavior**, Springer, 514p, 2009.

MARSARO JR, A. L.; NAVIA, D.; GONDIM JR, M. G. C.; DUARTE, O. R.; CASTRO, T. M. M. G.; MOREIRA, G. A. M. Host plants of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae). In: **Brazil. Abstract Book of the XIII International Congress of Acarology, Recife**. 2010.

MATURANA, H. R. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 203p, 2001.

MCMURTRY, J. A.; CROFT, B. A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual review of entomology**, v. 42, n. 1, p. 291-321, 1997.

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

MELO, J. W. S.; LIMA, D. B.; STAUDACHER, H.; SILVA F. R.; GONDIM JR, 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. S.; NAVIA, D.; MENDES, J. A.; FILGUEIRAS, R. M. C.; TEODORO, A. T.; FERREIRA, J. M. S.; GUZZO, E. C.; SOUZA, I. V.; MENDONÇA, R. S.; CALVET, E. C.; NETO, A. A. P.; GONDIM JR., M. G. C.; MORAIS, E. G. F.; GODOY, M. S.; SANTOS, J. R.; SILVA, R. I. R.; SILVA, V. B.; NORTE, R. F.; OLIVA, A. B.; SANTOS, R. D. P.; DOMINGOS, C. A. The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. **International Journal of Acarology**, v. 44, p. 146–149, 2018.

MENDES, J. A.; LIMA, D. B.; NETO, E. P. D. S.; GONDIM JR, M. G. C.; MELO, J. W. S. Functional response of *Amblyseius largoensis* to *Raoiella indica* eggs is mediated by previous feeding experience. **Systematic and Applied Acarology**, v. 23, n. 10, p. 1907-1914, 2018.

MERY, F.; BURNS, J. G. Behavioural plasticity: an interaction between evolution and experience. **Evolutionary Ecology**, v. 24, p. 571-583, 2010.

MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**, 2002.

MORAES, G. J.; ZACARIAS, M. S.; GONDIM JR. M. G. C.; FERES, R. J. F. Papel da vegetação natural como reservatório de ácaros predadores. **VII Simpósio de Controle Biológico (Siconbiol). Microservice–Tecnologia Digital SA, Poços de Caldas**, p. 492-497, 2001.

MORAES, G. J.; MCMURTRY, J. A.; DENMARK, H. A.; CAMPOS, C. B. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, v. 434, n. 1, p. 1–494-1–494, 2004.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. 2008.

NAVIA, D.; MARSARO JR., A. L.; SILVA, F. R.; GONDIM JR., M. G. C.; MORAES, G. J. First Report of the Red Palm Mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, p. 409–411, 2011.

NAVIA, D.; MARSARO JR, A. L.; GONDIM JR, M. G. C.; MENDONÇA, R. S.; PEREIRA, P. R. V. S. 15 Recent Mite Invasions in South America. **Potential invasive pests of agricultural crops**, v. 3, p. 251, 2013.

NAVIA, D.; DOMINGOS, C. A.; MENDONÇA, R. S.; FERRAGUT, F.; RODRIGUES, M. A. N.; DE MORAIS, E. G.; GONDIM JR, M. G. Reproductive compatibility and

genetic and morphometric variability among populations of the predatory mite, *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae), from Indian Ocean Islands and the Americas. **Biological Control**, v. 72, p. 17-29, 2014.

NAVIA, D.; MORAIS, E. G. F.; MENDONÇA, R. S.; GONDIM JR, M. G. C. Ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hist. In: VILELA, E.; ZUCCHI, R. A. **Pragas introduzidas no Brasil – Insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015.

NOSIL, P. Food fights in house crickets, *Acheta domesticus*, and the effects of body size and hunger level. **Canadian Journal of Zoology**, v. 80, n. 3, p. 409-417, 2002.

OCHOA, R.; BEARD, J. J.; BAUCHAN, G. R.; KANE, E. C.; DOWLING, A. P. G.; ERBE, E. F. Herbivore Exploits Chink in Armor of Host. **American Entomologist**, v. 57, n. 1, p. 26–29, 2011.

PARRA, J. R. P. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Editora Manole Ltda, 2002.

PEARCE, J. M. **Animal learning and cognition**. 3rd ed. Hove (UK): Psychology Press, 2008.

PERRY, D. M. Optimal diet theory: behavior of a starved predatory snail. **Oecologia**, v. 72, p. 360-365, 1987.

PRICE, P. W.; BOUTON, C. E.; GROSS, P.; MCPHERON, B. A.; THOMPSON, J. N.; WEIS, A. E. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. **Annual review of Ecology and Systematics**, v. 11, n. 1, p. 41-65, 1980.

RAHMANI, H.; HOFFMANN, D.; WALZER, A.; SCHAUSBERGER, P. Adaptive learning in the foraging behavior of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. **Behavioral Ecology**, v. 20, n. 5, p. 946-950, 2009.

RODRIGUES, J. C. V.; ANTONY, L. M. K. First Report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Amazonas State, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 4, 1073–1074, 2011.

RODRÍGUEZ, H.; RAMOS, M. Biology and feeding behavior of *Amblyseius largoensis* (Muma)(Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)(Acari: Tarsonemidae). **Revista de Protección Vegetal**, 2004.

SAS Institute. **SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO**. Cary: SAS Institute Incorporation, 2008.

SABELIS, M. W.; VERMAAT, J. E.; GROENEVELD, A. Arrestment responses of the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis*, to steep odour gradients of a kairomone. **Physiological Entomology**, v. 9, n. 4, p. 437-446, 1984.

SABELIS, M. W.; VAN DER WEEL, J. J. Anemotactic responses of the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, and their role in prey finding. **Experimental and Applied Acarology**, v. 17, n. 7, p. 521-529, 1993.

SABELIS, M. W.; VAN BAALEN, M.; BAKKER, F. M.; BRUIN, J.; DRUKKER, B.; EGAS, M.; JANSSEN, A. R. M.; LESNA, I. K.; PELS, B.; VAN RIJN, P.; SCUTAREANU, P. The evolution of direct and indirect plant defence against herbivorous arthropods. **Plants, Herbivores and Predators**, p. 109-166, 1999.

SEITER, M.; SCHAUSBERGER, P. Constitutive and operational variation of learning in foraging predatory mites. **PLoS One**, v. 11, n. 11, p. e0166334, 2016.

SCHAUSBERGER, P.; WALZER, A.; HOFFMANN, D.; RAHMANI, H. Food imprinting revisited: early learning in foraging predatory mites. **Behaviour**, p. 883-897, 2010.

TAKABAYASHI, J.; DICKE, M. Response of predatory mites with different rearing histories to volatiles of uninfested plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 64, n. 2, p. 187-193, 1992.

TEODORO, A. V.; RODRIGUES, J. C. V.; SILVA, J. F.; NAIVA, D. Ácaro-Vermelho-das-Palmeiras *Raoiella Indica*: Nova Praga de Coqueiro no Brasil. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, Aracaju, p. 1-19, 2016.

TUMLINSON, J. H.; TURLINGS, T. C. J.; Lewis, W. J. The semiochemical complexes that mediate insect parasitoid foraging. **Agricultural zoology reviews**, n. 5, p. 221-252, 1992.

VAN ZANDT, P. A.; AGRAWAL, A. A. Specificity of induced plant responses to specialist herbivores of the common milkweed *Asclepias syriaca*. **Oikos**, v. 104, n. 2, p. 401-409, 2004.

VÁSQUEZ, C.; MORAES, G. J. Geographic distribution and host plants of *Raoiella indica* and associated mite species in northern Venezuela. **Experimental and Applied Acarology**, v. 60, p. 73-82, 2013.

VET, L. E. M.; DICKE, M. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual review of entomology**, v. 37, n. 1, p. 141-172, 1992.

WHITTAKER, R. H.; FEENY, P. P. Allelochemicals: Chemical Interactions between Species: Chemical agents are of major significance in the adaptation of species and organization of communities. **Science**, v. 171, n. 3973, p. 757-770, 1971.