



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

YAGO LOURENÇO DE CARVALHO

COMPORTAMENTO ANTIPREDAÇÃO DE *Tetranychus urticae* KOCH
(TROMBIDIFORMES: TETRANYCHIDAE) EM MELÃO

FORTALEZA

2025

YAGO LOURENÇO DE CARVALHO

COMPORTAMENTO ANTIPREDAÇÃO DE *Tetranychus urticae* KOCH
(TROMBIDIFORMES: TETRANYCHIDAE) EM MELÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fitotecnia. Área de concentração: Fitossanidade.

Orientador: Profa. Dra Nívia da Silva Dias.
Coorientador: Prof. Dra. Érica Costa Calvet.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C329c Carvalho, Yago Lourenço de.
Comportamento antipredação de *Tetranychus urticae* Koch (Trombidiformes: Tetranychidae) em melão /
Yago Lourenço de Carvalho. – 2026.
35 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Mestrado
Profissional em Avaliação de Políticas Públicas, Fortaleza, 2026.

Orientação: Profa. Dra. Nívia da Silva Dias.

Coorientação: Profa. Dra. Érica Costa Calvet.

1. Cucumis melo L.. 2. interação tritrófica. 3. *Neoseiulus barkeri*. 4. *Neoseiulus idaeus*. I. Título.
CDD 320.6

YAGO LOURENÇO DE CARVALHO

COMPORTAMENTO ANTIPREDAÇÃO DE *Tetranychus urticae* KOCH
(TROMBIDIFORMES: TETRANYCHIDAE) EM MELÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fitotecnia. Área de concentração: Fitossanidade.

Aprovada em: 23/10/2025.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Nívia da Silva Dias (Orientadora)
Embrapa Agroindústria Tropical
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profª. Dra. Érica Costa Calvet (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Antônio Almeida Paz Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

A Deus.

Aos meus pais, Francisca Antonia e José
Jacob.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap), pelo apoio e financiamento da pesquisa.

A Deus, por me conceder força, saúde e sabedoria para vencer os desafios desta caminhada.

Aos meus pais, Francisca Antonia Cunha Souza e José Jacob de Carvalho de Neto, por sempre serem apoio e compreensão em todos os âmbitos de minha vida, e terem me estimulado ao caminho da ciência.

À minha esposa Alana Samara Sousa do Carmo por ser meu principal pilar de suporte em todos os momentos, desde as horas mais alegres e estáveis aos momentos de fraqueza. Por toda paciência, compreensão, apoio e principalmente por todo amor e carinho compartilhado ao longo dos anos.

Às minhas orientadoras Nívia da Silva Dias e Érica Costa Calvet, exemplos de força e brilhantismo no ramo da entomologia e acarologia, pelo acolhimento, paciência e orientação.

Aos avaliadores, Antônio Almeida Paz Neto e José Wagner Melo, por aceitarem participar desta etapa fundamental em minha formação.

À Universidade Federal do Ceará e à Embrapa Agroindústria Tropical por fomentar mais uma etapa da minha formação profissional científica.

Aos meus amigos e colegas de trabalho Lucas Farias, Wesley Moura, Valentine Almeida, Jady Braga e Gabryellen Araújo por serem suporte e ombros amigos na construção desse trabalho.

Aos demais colegas do Laboratório de Entomologia Embrapa Agroindústria Tropical e do Laboratório de Manejo de Ácaros e Insetos por todas as boas conversas e apoio nos experimentos.

E a todos que contribuíram de alguma forma em minha jornada.

“I'm on the right track, baby,
I was born to be brave.”

(Stefani Joanne Angelina Germanotta, 2011).

RESUMO

Interações predador-presa constituem um dos principais mecanismos que moldam a dinâmica populacional e o comportamento das presas. Frente ao risco de predação, diversas espécies de presas podem desenvolver estratégias antipredação, que incluem alterações comportamentais, como uso de refúgios e mudanças na oviposição. Para pequenos artrópodes, estruturas como os tricomas foliares podem ser utilizados como recursos para evitar a predação, sendo de baixo custo energético. Em plantas como o melão (*Cucumis melo* L.), a elevada densidade de tricomas pode atuar tanto como barreira para predadores e refúgio para fitófagos. Assim, o presente estudo teve como objetivos avaliar 1) *Tetranychus urticae* Koch utiliza tricomas foliares de melão como estratégia de antipredação? 2) a resposta de *T. urticae* varia sob diferentes níveis de riscos de predação? 3) a resposta de *T. urticae* varia frente a exposição aos predadores *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma (especialista) ou *Neoseiulus barkeri* Hughes (generalista) modula a resposta de *T. urticae*? 4) os tricomas interferem no desempenho dos predadores? Para avaliar o comportamento de oviposição de *T. urticae* foram utilizadas fêmeas do ácaro em folhas de melão sob diferentes riscos de predação: controle (sem exposição ao predador), alto risco (exposição direta ao ácaro predador), médio risco (exposição indireta ao predador) e baixo risco (exposição a simulação de predação por ovos esmagados). A resposta antipredação foi avaliada pela taxa e local (tricoma, área glabra e teia) de oviposição diária. Para avaliar o efeito da presença de tricomas na performance de predação dos predadores foram avaliados o tempo de encontro e o consumo de ovos em folhas com alta (folha de melão) e baixa (folha de feijão-deporco) densidade de tricomas. Os resultados mostraram que *T. urticae* é capaz de alterar seu comportamento reprodutivo diante do risco de predação. Foram observadas alterações significativas após a exposição aos predadores ou suas pistas, com maior redução da taxa de oviposição quando exposto ao predador especialista. Observou-se efeito no padrão de local da deposição dos ovos, sendo aumentada a oviposição em teia, e não nos tricomas, indicando que a estrutura não é utilizada como refúgio para oviposição. Na avaliação da *performance* de predação constatou-se que a maior densidade de tricomas aumentou o tempo de encontro da presa por *N. idaeus* e reduziu o consumo de ovos para ambos os predadores. Os resultados indicam que *T. urticae* não utiliza os tricomas foliares de melão como estratégia de antipredação de ovos, preferindo recorrer à oviposição em teia quando exposto ao risco de predação. Todavia, os tricomas de melão parecem influenciar o comportamento de forrageamento dos predadores, reduzindo a eficiência de *N. barkeri* e *N. idaeus* na predação de ovos de *T. urticae*.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L.; interação tritrófica; *Neoseiulus barkeri*; *Neoseiulus idaeus*

ABSTRACT

Predator-prey interactions constitute one of the main mechanisms shaping population dynamics and prey behavior. Under predation risk, many prey species may develop antipredator strategies, including behavioral changes such as refuge use and shifts in oviposition. For small arthropods, structures such as leaf trichomes may be used as resources to avoid predation at low energetic cost. In plants such as melon (*Cucumis melo* L.), a high density of trichomes may act both as a barrier to predators and as a refuge for phytophagous organisms. Accordingly, the objectives of this study were to evaluate: 1) Does *Tetranychus urticae* Koch use melon leaf trichomes as an antipredator strategy? 2) Does the response of *T. urticae* vary under different levels of predation risk? 3) Does the response of *T. urticae* vary when exposed to the predators *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma (specialist) or *Neoseiulus barkeri* Hughes (generalist), and does predator identity modulate the response of *T. urticae*? 4) Do trichomes interfere with predator performance? To assess the oviposition behavior of *T. urticae*, female mites were placed on melon leaves under different predation-risk scenarios: control (no exposure to predators), high risk (direct exposure to the predatory mite), medium risk (indirect exposure to the predator), and low risk (exposure to simulated predation using crushed eggs). Antipredator responses were evaluated based on the daily oviposition rate and the oviposition site (trichomes, glabrous areas, and webbing). To evaluate the effect of trichomes on predator performance, prey encounter time and egg consumption were assessed on leaves with high (melon leaves) and low (jack bean leaves) trichome density. The results showed that *T. urticae* is able to alter its reproductive behavior in response to predation risk. Significant changes were observed following exposure to predators or their cues, with a greater reduction in oviposition rate when exposed to the specialist predator. An effect on the pattern of oviposition site selection was observed, with increased oviposition on webbing rather than on trichomes, indicating that trichomes are not used as oviposition refuges. In the assessment of predator performance, higher trichome density increased prey encounter time for *N. idaeus* and reduced egg consumption for both predators. Overall, the results indicate that *T. urticae* does not use melon leaf trichomes as an anti-predator strategy for egg laying, instead preferring oviposition on webbing when exposed to predation risk. However, melon trichomes appear to influence predator foraging behavior, reducing the efficiency of *N. barkeri* and *N. idaeus* in the predation of *T. urticae* eggs.

Keywords: *Cucumis melo* L.; tritrophic interaction; *Neoseiulus barkeri*; *Neoseiulus idaeus*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	9
2	COMPORTAMENTO ANTIPREDAÇÃO DE <i>Tetranychus urticae</i> KOCH (TROMBIDIFORMES: TETRANYCHIDAE) EM MELÃO	13
2.1	Introdução	14
2.2	Material e Métodos	16
2.2.1	<i>Local e condições experimentais</i>	16
2.2.2	<i>Cultivo das plantas e criação dos ácaros</i>	16
2.2.3	<i>Unidade experimental</i>	17
2.2.4	<i>Comportamento de oviposição de T. urticae sobre diferentes riscos de predação em melão</i>	17
2.2.5	<i>Efeito da presença de tricomas na performance de predação</i>	19
2.2.6	<i>Análise Estatística</i>	20
2.3	Resultados	21
2.3.1	<i>Comportamento de oviposição de T. urticae sobre diferentes riscos de predação em melão</i>	21
2.3.2	<i>Efeito da presença de tricomas na performance de predação</i>	27
2.4	Discussão	28
2.5	Conclusões	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO GERAL

Interações predador-presa são reconhecidas como um dos principais fatores que moldam a dinâmica populacional, a composição e a distribuição de espécies em ecossistemas (Ives e Dobson, 1987). A presença de predadores não afeta as presas apenas de forma letal, pela predação dos indivíduos, mas também por meio de efeitos não letais que alteram o comportamento, a fisiologia, a morfologia e a história de vida da presa (Lima e Dill, 1990; Lemos *et al.*, 2010; Zanette *et al.*, 2011). A capacidade da presa de se defender e de proteger sua prole está diretamente relacionada ao sucesso evolutivo da espécie, sendo a interação predador-presa um processo de coevolução e adaptação contínua (Brodie *et al.*, 1991).

A detecção de predadores pela presa ocorre através de várias pistas sensoriais, como visuais, vibratórias, auditivas e, principalmente, químicas (Kats e Dill, 1998). Essas pistas químicas podem ser diretas, emitidas pelos próprios predadores (caimônios), ou indiretas, provenientes de coespecíficos feridos e/ou mortos, que podem conter feromônios de alarme (Grostal e Dicke, 1999; Choh e Takabayashi, 2007). A presa, ao perceber essas pistas, pode exibir comportamentos defensivos para reduzir o risco de ser capturada (Sih, 1982; Brodie *et al.*, 1991; Lima, 1998).

A adoção de comportamentos antipredação envolve custos para a presa. Esses custos podem se manifestar na forma de redução do tempo de alimentação, diminuição da taxa de crescimento, atraso no desenvolvimento ou menor taxa de reprodução (Lima e Dill, 1990). Dessa forma, para que esse comportamento exiba vantagem adaptativa, a presa precisa ser capaz de discriminar o nível de risco oferecido por um predador para otimizar seus investimentos em defesa e minimizar esses custos (Lima e Bednekoff, 1999; Jacobsen *et al.*, 2015). A intensidade da resposta da presa é frequentemente modulada pelo nível de risco percebido, um conceito conhecido como hipótese da evitação de predadores sensível à ameaça (Lima e Dill, 1990; Freinschlag e Schausberger, 2016; Jacobsen *et al.*, 2016).

Ácaros, tanto fitófagos quanto predadores, desenvolveram uma variedade de estratégias antipredação para aumentar sua sobrevivência. Uma das formas de defesa é o uso de refúgios, que podem ser habitats de difícil acesso para predadores, como galhas, tricomas, espaços confinados (Pallini *et al.*, 1998; Michalska, 2003; Roda, Nyrop, e English-Loeb, 2003; Loughner *et al.*, 2008; Sato *et al.*, 2011; Calvet *et al.*, 2018). Ao serem expostos às pistas dos predadores, ácaros fitófagos podem fazer uso ou investir no aumento de sua população na região

de refúgio (Pallini *et al.*, 1998; Michalska, 2003; Calvet *et al.*, 2018). *Brevipalpus obovatus* Donnadieu (Trombidiformes: Tenuipalpidae) utiliza tricomas estrelados como refúgio para deposição de seus ovos, reduzindo a predação por *Phytoseius nipponicus* Ehara (Mesostigmata: Phytoseiidae) ao interferir no comportamento de forrageamento (Sudo e Osakabe, 2013). Outro comportamento interessante é observado no ácaro *Rhinophytoptus concinnus* Liro (Trombidiformes: Diptilomiopidae) que evita a predação ao escalar e permanecer imóvel na ponta dos tricomas, (Michalska, 2003).

A produção de teias é uma estratégia de defesa importante em ácaros fitófagos, especialmente dentro da família Tetranychidae (Gerson, 1985; Lemos *et al.*, 2010). Tetraniquídeos (Trombidiformes: Tetranychidae) como *Tetranychus urticae* Koch e *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard, produzem grande quantidade de teias que podem ser usadas de forma estratégica para a oviposição, apresentando um risco de predação significativamente menor, do que os ovos depositados na superfície da folha (Lemos *et al.*, 2010).

Tricomas são extensões epidérmicas que podem ocorrer em praticamente todas as partes aéreas das plantas, desempenhando funções ecológicas e fisiológicas fundamentais (Wang *et al.*, 2021). Esses apêndices ocorrem em uma grande diversidade de formas, podendo ser retos, espiralados, curvados ou tortuosos, simples, peltados ou estrelados (Levin, 1973; Wang *et al.*, 2021). A densidade de tricomas foliares é variável, sendo determinada por fatores genéticos e ambientais (Walker e Marks, 2000). Estruturalmente, podem ser unicelulares ou multicelulares e classificados como glandulares ou não glandulares (Werker, 2000). Tricomas atuam na defesa das plantas contra artrópodes herbívoros e patógenos, funcionando tanto como barreira física quanto pela secreção de compostos repelentes ou tóxicos (Sato *et al.*, 2011; Rakha *et al.*, 2017). Podem atuar também na proteção contra radiação ultravioleta e na regulação das relações hídricas nas superfícies foliares e no mesófilo (Bickford, 2016; Wang *et al.*, 2021).

Apesar de tricomas serem estruturas usualmente associadas a proteção de plantas contra organismos fitófagos (Sato *et al.*, 2011), em melão, *Cucumis melo* L., a maior densidade de tricomas foliares tem sido relacionada a uma maior preferência por parte de alguns artrópodes fitófagos como, *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) e *T. urticae* (Oliveria *et al.*, 2021; Saraiva *et al.*, 2024). Estudos de tabela de vida e crescimento populacional de *T. urticae*, em cultivares de melão na China, mostraram que as características das folhas influenciam significativamente o desempenho de *T. urticae* (Xu *et al.*, 2019), havendo

correlação negativa com a espessura da folha, mas não com a densidade de estômatos ou de tricomas. Portanto, embora tricomas sejam conhecidos por sua função de defesa em muitas plantas, a densidade dessas estruturas em melão não mostrou ser um fator limitante para o ácaro rajado (Xu *et al.*, 2019). Todavia, Saraiva *et al.*, (2024) encontrou correlação positiva entre densidade de tricomas e número de ovos de *T. urticae*, indicando que genótipos mais pilosos podem atuar na proteção de indivíduos imaturos e ovos.

O ácaro-rajado, *T. urticae*, é uma praga agrícola polífaga de grande importância econômica. Os sintomas do ataque de *T. urticae* podem ser observados pela deformação de folhas novas e por pontuações cloróticas nas folhas mais desenvolvidas, causando redução da área foliar, retardamento no crescimento e na produtividade da planta (Salviano *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2015).

As interações de *T. urticae* com ácaros predadores da família Phytoseiidae representam um fator relevante para o controle biológico, sendo amplamente estudadas (Grostal e Dicke, 1999; Janssen, 1999; Jacobsen *et al.*, 2015). Para reduzir o impacto dos predadores, o ácaro-rajado exibe várias respostas antipredação, como a evitação de áreas de alto risco, alteração na oviposição e aumento da atividade de locomoção (Grostal e Dicke, 1999). Alguns trabalhos mostram que a intensidade da resposta de *T. urticae* pode depender da especialização do predador, onde a intensidade e especificidade das respostas reprodutivas estão relacionadas com o grau de especialização dos predadores com a presa (Dias *et al.*, 2016; Jacobsen *et al.*, 2015). Entretanto, as pistas de ambos os predadores, generalistas e especialistas, podem alterar o comportamento da praga, aumentando, por exemplo, a dispersão de *T. urticae* (Dias *et al.*, 2016). A eficácia na predação de *T. urticae*, assim como sua dispersão, são influenciadas também por características da planta hospedeira, a exemplo da pilosidade, a qual pode reduzir a velocidade de deslocamento, reduzindo a probabilidade de encontro predador-presa por limitação, ocasionando menor consumo da presa (Tabary *et al.*, 2024; Sato *et al.*, 2011). Dessa forma, a interação entre predador e presa pode ser modulada pela densidade de tricomas das plantas, uma vez que essa característica estrutural interfere tanto na locomoção quanto no comportamento de forrageamento dos ácaros predadores.

Os ácaros da família Phytoseiidae são os principais predadores de ácaros fitófagos, tripses e moscas-brancas, sendo amplamente utilizados em programas de controle biológico (McMurtry *et al.*, 2013). O controle biológico para o ácaro-rajado é amplamente estudado e utilizado como uma forma promissora de controle, envolvendo principalmente espécies de

ácaros predadores desta família (Moraes e Flechtmann, 2008). O gênero *Neoseiulus* Hughes (Mesostigmata: Phytoseiidae) consiste em um dos mais diversos da família Phytoseiidae, incluindo ácaros de comportamento alimentar diverso como generalista, pertencentes ao grupo III, e uma minoria de ácaros com preferência por tetraniquídeos, pertencente ao grupo II (McMurtry, Moraes e Sourassou, 2013). Dentre as espécies do gênero, pode-se destacar *Neoseiulus barkeri* Hughes, 1948 (Mesostigmata: Phytoseiidae), ácaro generalista amplamente distribuído e de eficácia no controle de tetraniquídeos (Karg *et al.*, 1987; Li *et al.*, 2007; Negm *et al.*, 2014) e *Neoseiulus idaeus* Denmark e Muma, 1973 (Mesostigmata: Phytoseiidae), ácaro predador com ampla distribuição na América do Sul, encontrado especialmente em regiões onde predomina o clima semiárido, e com potencial para agente de controle biológico de *T. urticae* (Sousa Neto, 2019).

2 COMPORTAMENTO ANTIPREDAÇÃO DE *Tetranychus urticae* KOCH (TROMBIDIFORMES: TETRANYCHIDAE) EM MELÃO

2.1 Introdução

Interações predador-presa são centrais na ecologia e na evolução dos organismos, onde predadores são um dos principais fatores que determinam a dinâmica das populações de presas, seja na predação direta ou pela indução de mudanças comportamentais nos organismos, denominadas de comportamentos ou estratégias antipredação (Lima e Dill, 1990; Lemos *et al.*, 2010). Comportamentos antipredação podem ser definidos como quaisquer alterações comportamentais, morfológicas ou na história de vida que reduzam a chance de uma presa ser detectada ou capturada (Brodie *et al.*, 1991; Lima, 1998; Freinschlag e Schausberger, 2016). As presas podem identificar o risco de predação, tanto através de pista advindas diretamente dos predadores quanto de presas mortas, modificando o seu comportamento (Grostal e Dicke, 1999). Essas respostas são moduladas em função da intensidade do risco percebido, fator que está relacionado com íntima relação do predador com a sua presa (Lima e Dill, 1990; Freinschlag e Schausberger, 2016; Jacobsen *et al.*, 2015). Essas alterações podem ser tão importantes quanto a própria predação, afetando a dinâmica reprodutiva das presas, reduzindo sua prole, aumentando o uso de refúgios, e outros efeitos (Dias *et al.*, 2016; Calvet *et al.*, 2018; Calvet *et al.*, 2023; Pallini *et al.*, 1997; Magalhaes *et al.*, 2007).

Dentre os refúgios utilizados por ácaros fitófagos, tem-se o uso de estruturas vegetais, como os tricomas. Tricomas são extensões epidérmicas que podem ocorrer em praticamente todas as partes aéreas das plantas, desempenhando funções ecológicas e fisiológicas fundamentais (Wang *et al.*, 2021). Apesar de serem considerados formas de defesa da planta contra herbívoros e patógenos (Wang *et al.*, 2021; Bickford, 2016), existem ácaros fitófagos que as utilizam como estratégia antipredação. *Rhinophytoptus concinnus* Liro (Trombidiformes: Diptilomiopidae) utiliza a estrutura do tricoma para escapar dos predadores (Michalska, 2003). *Brevipalpus obovatus* Donnadieu (Trombidiformes: Tenuipalpidae) utiliza tricomas estrelados como substrato para oviposição, aumentando a proteção de seus ovos contra predadores (Sudo e Osakabe, 2013). Além disso, os tricomas podem desfavorecer a atividade de predadores, como no caso do tomateiro, onde os tricomas foliares interferiram no consumo e locomoção de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Mesostigmata: Phytoseiidae) na predação de *Tetranychus urticae* Koch (Trombidiformes: Tetranychidae) (Sato *et al.*, 2010). Portanto, os tricomas podem ser utilizados pelas presas como estratégia de antipredação, considerada de baixo custo energético. Em melão, *Cucumis melo* L., a maior densidade de tricomas foliares tem sido relacionada a uma maior preferência de oviposição por parte de alguns artrópodes fitófagos como *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) e *T. urticae*

apresentando correlação positiva entre número de ovos e densidades de tricomas foliares (Oliveria *et al.*, 2021; Saraiva *et al.*, 2024), indicando que os genótipos dessa planta que apresentam folhas mais pilosas podem ter maior ataque dessa praga, devido a proteção que essas estruturas podem oferecer aos ovos e indivíduos imaturos.

Os ácaros tetraniquídeos (Trombidiformes: Tetranychidae) são ácaros produtores de teia amplamente utilizados em estudos de comportamento antipredação. *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard (Trombidiformes: Tetranychidae) modificou o comportamento de oviposição quando exposto a pistas de predadores (Lemos *et al.*, 2010; Dias *et al.*, 2016). O comportamento de *T. urticae* foi modulado por variações no nível de exposição às pistas (Freinschlag e Schausberger, 2016), e pela exposição a pistas de predadores com diferentes níveis de especialização à presa (Jacobsen, *et al.*, 2015).

Ácaros predadores fitoseídeos (Mesostigmata: Phytoseiidae) de diferentes especializações são utilizados em programas de controle biológico como os principais predadores de ácaros fitófagos (Moraes e Flechtmann, 2008; McMurtry *et al.*, 2013). O gênero *Neoseiulus* consiste em um dos mais diversos da família Phytoseiidae. Inclui ácaros de comportamento alimentar diverso como *Neoseiulus barkeri* Hughes (Mesostigmata: Phytoseiidae), espécie generalista amplamente distribuída no mundo e considerada eficaz no controle de ácaros tetraniquídeos (Karg *et al.*, 1987; Li *et al.*, 2007; McMurtry, *et al.*, 2013; Negm *et al.*, 2014), e *Neoseiulus idaeus* Denmark e Muma (Mesostigmata: Phytoseiidae), espécie de ampla distribuição na América do Sul, especialmente em regiões onde predomina o clima semiárido, e apresenta preferência alimentar por ácaros tetraniquídeos (McMurtry *et al.*, 2013; Sousa Neto, 2019).

Assim, considerando que tricomas foliares podem ser utilizados como estratégia antipredação e interferir na eficácia de controle dos ácaros fitófagos, o objetivo deste estudo foi avaliar: 1) o uso de tricomas foliares de melão por *T. urticae* como estratégia de antipredação; 2) se esta resposta comportamental de *T. urticae* varia sob diferentes níveis de riscos de predação; 3) se a resposta de *T. urticae* varia frente a espécies de ácaros predadores de diferentes especialidades como *N. barkeri* (generalista) e *N. idaeus* (especialista); e adicionalmente, se os tricomas foliares de melão são capazes de interferir na eficiência predatória dos predadores estudados.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Local e condições experimentais

Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Manejo de Ácaros e Insetos (LAMAI) da Universidade Federal do Ceará (UFC) em ambiente com condições controladas e reguladas para $25 \pm 2^\circ \text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 h de fotofase.

2.2.2 Cultivo das plantas e criação dos ácaros

Sementes de melão foram semeadas em bandejas sementeiras plásticas com uma mistura de substrato para produção de mudas e mantidos em casa de vegetação ($27 \pm 3^\circ \text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR; fotoperíodo de 12 horas) até a emergência das plântulas. Decorridos 10 dias, as plântulas foram transplantadas para vasos plásticos contendo 500mL da formulação de areia, substrato para produção de mudas e húmus-de-minhoca (3:2:1), onde foram irrigadas diariamente e mantidas até os 30 dias após a semeadura.

O estabelecimento da colônia de *T. urticae* foi realizada em arenas de criação, com folhas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. As plantas foram cultivadas em vasos (5 L) mantidas em casa de vegetação livre de infestações, irrigadas a cada 2 dias. As arenas de criação consistiam em bandejas plásticas retangulares (18 cm x 10 cm x 3,5 cm) contendo espuma de polietileno (1 cm de espessura), sob uma folha de papel filtro, a qual recebia a folha de *C. ensiformis* higienizada previamente em água corrente. As bordas da folha foram delimitadas com algodão umedecido com água destilada para evitar a fuga dos ácaros. Uma vez por semana, os ácaros foram transferidos de arenas antigas, via fragmentos cortados das folhas antigas depositados sob as novas arenas para colonização e manutenção da criação.

Neoseiulus idaeus, inicialmente coletados em cultivos de mamão (*Carica papaya* L.) na cidade de Fortaleza (CE)/Brasil, foram criados em arenas infestadas de *T. urticae* (conforme descrito anteriormente) com todos os estágios de desenvolvimento servindo de alimento para o predador. Uma vez por semana, fêmeas adultas de *N. idaeus* foram transferidas para novas arenas infestadas de *T. urticae* para manutenção da criação.

A criação de *N. barkeri*, obtido a partir do produto comercial BARKMAX®, foi realizada em potes plásticos (60 cm de altura por 25 cm de diâmetro) com dois orifícios laterais (7 cm de diâmetro) coberto com tecido *voil* para a entrada de ar. Os predadores foram alimentados com populações de *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Sarcoptiformes: Acaridae)

mantidas em farinha de trigo umedecidas com água destilada. Os potes com *N. barkeri* foram preenchidos com vermiculita e farelo de trigo infestado com *T. putrescentiae* na proporção de 1:1. Quinzenalmente o alimento foi renovado e fornecido aos predadores. Para facilitar a manipulação dos ácaros a serem utilizados nos experimentos, fêmeas de *N. barkeri* (~100 indivíduos) foram retiradas dos potes e mantidas em unidade de criação (18 x 10 x 3,5 cm) contendo espuma úmida de polietileno, sob a qual foi depositada uma placa de PVC preto (14 x 8 cm) circundada por algodão hidrófilo umedecido com água destilada para evitar a fuga dos ácaros.

2.2.3 Unidade experimental

As unidades experimentais consistiram em arenas confeccionadas a partir de placas de Petri (Ø 9 cm) contendo uma camada de espuma de polietileno sob papel filtro umedecidos com água destilada. Foram utilizados fragmentos (16 cm²) de folhas de melão ou feijão-deporco, na qual as bordas das folhas foram delimitadas com algodão umedecido com água destilada para evitar a fuga dos ácaros (Figura 1).

2.2.4 Comportamento de oviposição de *T. urticae* sobre diferentes riscos de predação em melão

Fêmeas de *T. urticae* em estágio deutocrisálida foram isoladas da criação para determinação da idade das fêmeas utilizadas no bioensaio. Cinco fêmeas adultas de *T. urticae* com até 48h de idade foram então depositadas na unidade experimental e avaliadas durante quatro dias.

Os tratamentos (Figura 1) consistiram em 1 – Controle (CTRL): Sem risco de predação ou pistas de predadores, na qual fêmeas de *T. urticae* permaneceram os quatro dias na unidade experimental, sem contato direto ou indireto com predadores. 2 - Alto Risco: No segundo dia de confinamento das fêmeas na unidade experimental, duas fêmeas adultas do ácaro predador (*N. barkeri* (BAR) ou *N. idaeus* (IAR)) foram depositadas nas arenas e removidas 24 horas depois, consistindo assim, em uma exposição direta ao risco de predação. 3 - Médio Risco: No segundo dia de confinamento, as fêmeas de *T. urticae* foram removidas da arena experimental e colocadas em outra arena. Os ácaros predadores (*N. barkeri*, BMR; ou *N. idaeus*, IMR) foram então introduzidos na arena experimental e deixados por 24 horas. No terceiro dia os predadores foram removidos e as fêmeas de *T. urticae* retornaram para a unidade experimental, consistindo assim em uma exposição indireta ao risco de predação, apenas com

as pistas deixadas pela espécie predadora. 4 - Baixo Risco (BR): No segundo dia de confinamento, metade dos ovos de *T. urticae* que se encontravam na unidade experimental foram esmagados com um pincel de cerdas finas, consistindo na simulação da predação de ovos por predadores. Cada unidade experimental consistiu em uma repetição, sendo realizadas 20 repetições por tratamento.

As unidades experimentais (incluindo as arenas extras do tratamento de médio risco) foram avaliadas diariamente por quatro dias, registrando a taxa e local de oviposição por fêmea viva de *T. urticae*, corrigida em função do número de ovos e fêmeas predados. Para a avaliação do local de oviposição (Figura 1) foi feita a estratificação dos locais, sendo considerado: (a) oviposição em tricoma, quando o ovo foi depositado diretamente em contato com o tricoma; (b) oviposição em área glabra, quando o ovo foi depositado sem contato com o tricoma; e (c) oviposição em teia, quando o ovo foi depositado em teia.

Comportamento de oviposição de *T. urticae* sobre diferentes riscos de predação em melão

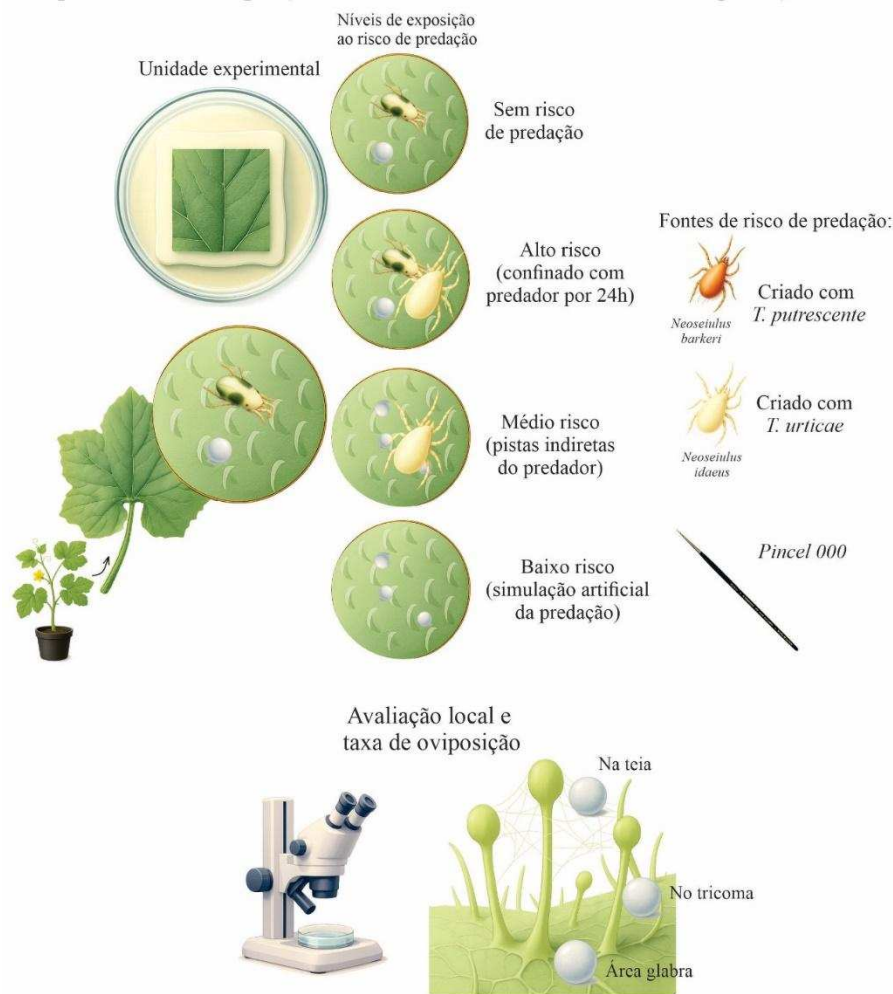


Figura 1: Desenho experimental: Comportamento de oviposição de *T. urticae* sobre diferentes riscos de predação

em melão.

2.2.5 Efeito da presença de tricomas na performance de predação

Para avaliar o efeito da presença de tricomas sobre a predação dos ovos de *T. urticae*, foram utilizadas unidades experimentais com fragmentos de folha de melão, representando os tratamentos com elevada densidade de tricomas ($68,71 \pm 5,34 \text{ mm}^{-2}$, de acordo com Saraiva *et al.*, 2024), e com fragmentos de feijão-de-porco, representando os tratamentos com reduzida densidade de tricomas ($1,375 \pm 0,042 \text{ mm}^{-2}$, de acordo com Sato *et al.*, 2011) (Figura 2). O feijão-de-porco é uma hospedeira de *T. urticae* bastante utilizada na criação dessa espécie de ácaro, e apresenta folhas com baixa densidade de tricomas, por isso essa foi escolhida. Cada unidade experimental recebeu dez fêmeas de *T. urticae* e mantidas por 24 horas. As fêmeas de *T. urticae* e o excesso de ovos posteriormente foram removidos, padronizando 20 ovos por arena.

Fêmeas adultas de *N. barkeri* (MNB e FNB em melão e feijão-de-porco, respectivamente) ou *N. idaeus* (MNI e FNI em melão e feijão-de-porco, respectivamente) foram mantidas em privação alimentar por quatro horas, posteriormente, uma fêmea do predador foi então transferida para a unidade experimental e observada com estereomicroscópio durante dez minutos determinando o tempo de encontro com a presa. Os ácaros que não obtiveram êxito em encontrar o alimento durante o período de avaliação foram considerados não responsivos e excluídos da análise. Após a avaliação de tempo de encontro da presa, os ácaros foram mantidos na arena para avaliar consumo após 24 horas. Cada unidade experimental foi considerada uma repetição, sendo então realizadas 20 repetições por tratamento.



Figura 2: Resumo visual do bioensaio: Efeito da presença de tricomas na predação.

2.2.6 Análise Estatística

Todas as análises foram conduzidas no ambiente R (R Core Team, 2024). A taxa de oviposição foi analisada por meio de modelos lineares mistos generalizados (GLMM) considerando distribuição normal para a variável resposta (ovos/fêmea/dia). O modelo incluiu como efeitos fixos o tratamento, o dia de avaliação e a interação entre ambos, enquanto a repetição foi incluída como efeito aleatório para controlar a dependência dos dados. A significância dos efeitos fixos foi avaliada por análise de variância tipo III com método de Satterthwaite. Quando identificada interação significativa, as médias ajustadas (least-square means) foram comparadas por meio do método Tukey HSD.

Para o bioensaio do efeito da presença de tricomas na predação, o tempo de encontro da presa e o consumo foram avaliados comparando-se os tratamentos melão e feijão para cada espécie de predador as análises foram realizadas pelo teste t de Welch para amostras independentes, ao nível de significância de 5%.

2.3 Resultados

2.3.1 Comportamento de oviposição de *T. urticae* sobre diferentes riscos de predação em melão.

A taxa de oviposição diária de *T. urticae* (Figura 3) foi influenciada pelos tratamentos, dias e pela interação entre ambos ($F_{5,437} = 7,80$; $p < 0,001$; $F_{3,437} = 15,83$, $p < 0,001$; $F_{15,437} = 4,41$; $p < 0,001$, respectivamente).

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para o primeiro dia. No segundo dia (efeito de alto risco dos predadores *N. barkeri* e *N. idaeus*, tratamentos BAR e IAR, respectivamente), foi observado redução na oviposição, onde IAR apresentou os menores valores médios ($\bar{x} = 2,23$), diferindo de CTRL ($\bar{x} = 5,34$; $p < 0,0001$), BAR ($\bar{x} = 3,88$; $p = 0,0204$) e IMR ($\bar{x} = 3,73$; $p = 0,0457$). Os tratamentos BMR ($\bar{x} = 3,11$; $p = 0,0003$) e BR ($\bar{x} = 3,71$; $p = 0,0234$) diferiram de CTRL.

No terceiro dia (contato das fêmeas de *T. urticae* com pistas de predador em BMR e IMR), foram registradas médias inferiores a BAR, CTRL e IAR em BMR e IMR, significativamente ($\bar{x} = 1,98$; $\bar{x} = 1,85$; $p \leq 0,0008$, respectivamente). No quarto dia, observou-se diferenças entre IAR e BMR ($\bar{x} = 5,03$; $\bar{x} = 3,33$; $p = 0,0151$, respectivamente).

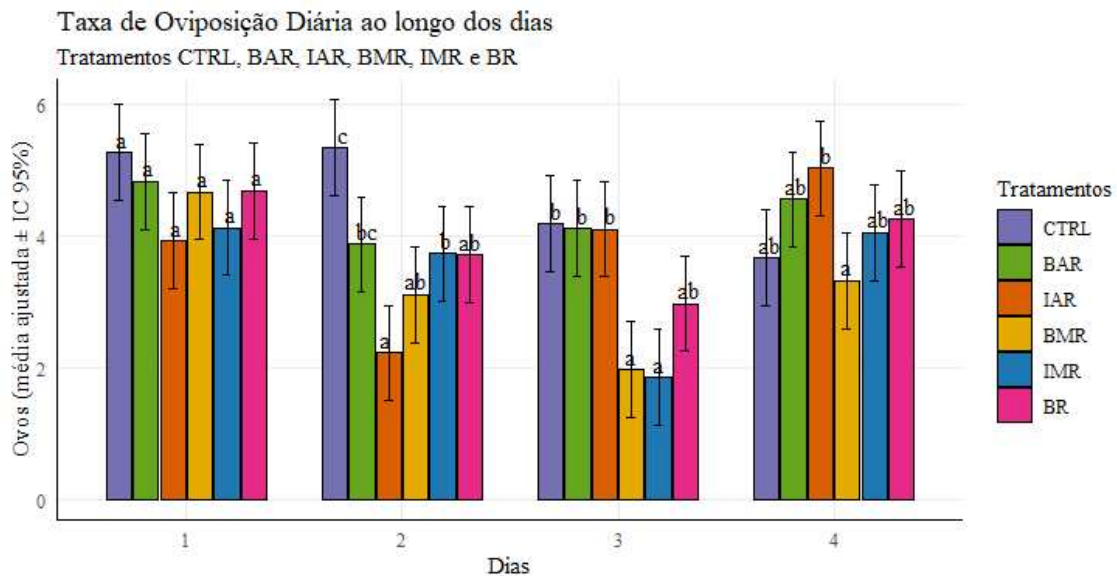


Figura 3: Taxa de oviposição diária de *T. urticae* (média $\pm$ IC95%) ao longo de quatro dias em folhas de melão. Tratamentos CTRL: Não exposto a risco de predação; BAR: Exposto diretamente a risco de predação por *N. barkeri*; IAR: Exposto diretamente a risco de predação por *N. idaeus*; BMR: Exposto indiretamente a risco de predação por *N. barkeri*; IMR: Exposto indiretamente a risco de predação por *N. idaeus* e BR: Exposto a ovos cosepecíficos esmagados. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey HSD aplicado às médias ajustadas a 5% de significância.

Para os locais de oviposição, foram detectadas diferenças na distribuição da oviposição de *T. urticae*, sendo a área Glabra o local de maior deposição de ovos nos tratamentos e dias ($p < 0,0001$ para os contrastes com Tricoma e Teia), a exceção do tratamento IAR, onde não houve diferenças entre área Glabra e Teia ao segundo dia. Para o tratamento CTRL (Figura 4), a oviposição entre Tricoma e Teia indicou maior taxa de oviposição em Tricoma no Dia 1 ($\bar{x} = 1,07$; $\bar{x} = 0,07$; $p = 0,0047$), Dia 2 ($\bar{x} = 0,93$; $\bar{x} = 0,10$; $p = 0,0246$) e Dia 3 ($\bar{x} = 0,84$; $\bar{x} = 0,01$; $p = 0,0263$). Não foram detectadas diferenças entre a oviposição em Teia e Tricoma para os demais tratamentos.

Considerando a variação entre os dias, para o tratamento CTRL (Figura 4), foram observadas reduções na oviposição em área Glabra, tendo o segundo dia ($\bar{x} = 4,31$) maior taxa de oviposição que o terceiro ($\bar{x} = 3,3217$; $p = 0,0102$) e quarto dia ($\bar{x} = 2,84$; $p < 0,0001$).

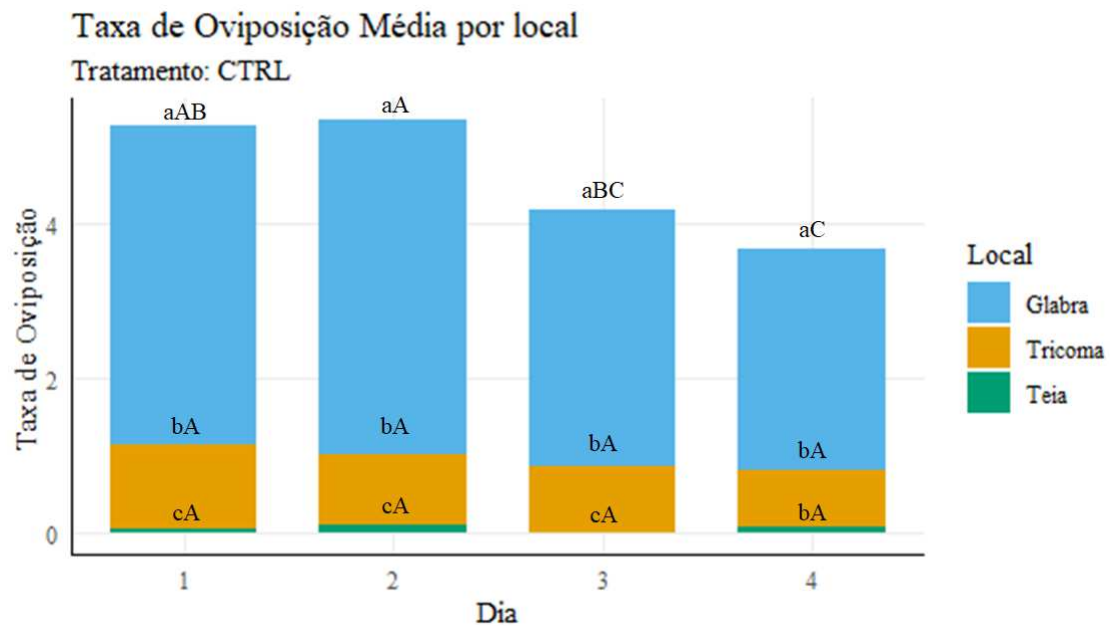


Figura 4: Taxa de oviposição média em área Glabra, Tricoma e Teia por *T. urticae* ao longo de quatro dias em folha de melão para CTRL (não exposto a risco de predação). Letras minúsculas iguais para locais no mesmo dia e maiúsculas iguais entre dias para cada local não diferem entre si pelo teste de Tukey HSD aplicado às médias ajustadas a 5% de significância.

Para o tratamento BAR (Figura 5), a oviposição em área Glabra apresentou redução após o primeiro dia ($\bar{x}$ =4,02) em relação ao segundo ($\bar{x}$ =2,73; $p=0,0003$), terceiro ($\bar{x}$ =2,36; $p<0,0001$) e o quarto dia ($\bar{x}$ =2,36; $p<0,0001$). Não houve diferenças para a oviposição em tricomas. A oviposição em teia aumentou significativamente ao longo do tempo, onde os Dias 3 ($\bar{x}$ =1,06; $p=0,0073$) e 4 ($\bar{x}$ =1,20; $p=0,0016$) apresentaram taxas superiores à taxa inicial ($\bar{x}$ =0,04)

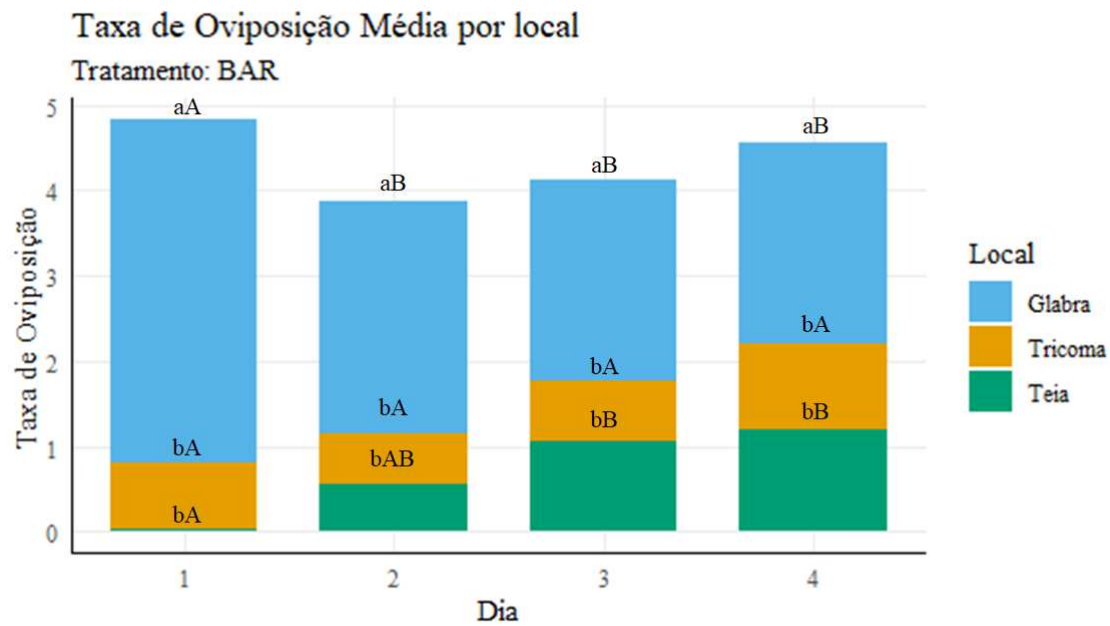


Figura 5: Taxa de oviposição média em área Glabra, Tricoma e Teia por *T. urticae* ao longo de quatro dias em folha de melão para BAR (exposto diretamente a risco de predação por *N. barkeri*). Letras minúsculas iguais para locais no mesmo dia e maiúsculas iguais entre dias para cada local não diferem entre si pelo teste de Tukey HSD aplicado às médias ajustadas a 5% de significância.

Para o tratamento IAR (Figura 6), a oviposição em área Glabra apresentou redução no segundo dia ($\bar{x} = 1,27$), sendo significativamente menor que os dias um ($\bar{x} = 3,40$; $p < 0,0001$), três ($\bar{x} = 3,02$; $p < 0,0001$) e quatro ($\bar{x} = 3,58$; $p < 0,0001$). Não houve diferenças na oviposição entre os dias para teia e tricoma.

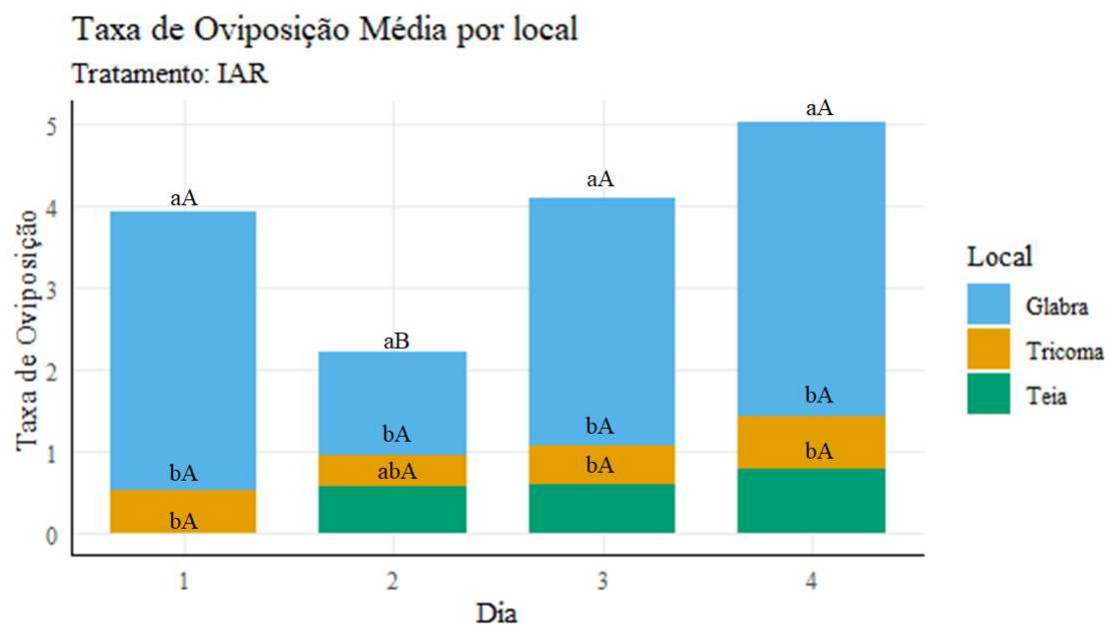


Figura 6: Taxa de oviposição média em área Glabra, Tricoma e Teia por *T. urticae* ao longo de quatro dias em folha de melão para IAR (exposto diretamente a risco de predação por *N. idaeus*). Letras minúsculas iguais para locais no mesmo dia e maiúsculas iguais entre dias para cada local não diferem entre si pelo teste de Tukey HSD aplicado às médias ajustadas a 5% de significância.

Para o tratamento BMR (Figura 7), a oviposição em área Glabra apresentou redução após o primeiro dia ($\bar{x} = 4,47$), sendo significativamente menor nos dias dois ($\bar{x} = 2,86$; $p < 0,0001$), três ($\bar{x} = 1,43$; $p < 0,0001$) e quatro ($\bar{x} = 2,49$; $p < 0,0001$). O terceiro dia, ainda apresentou menor oviposição que os dias dois ($p < 0,0001$) e quatro ($p = 0,0048$). Não houve diferenças na oviposição entre os dias para teia e tricoma.

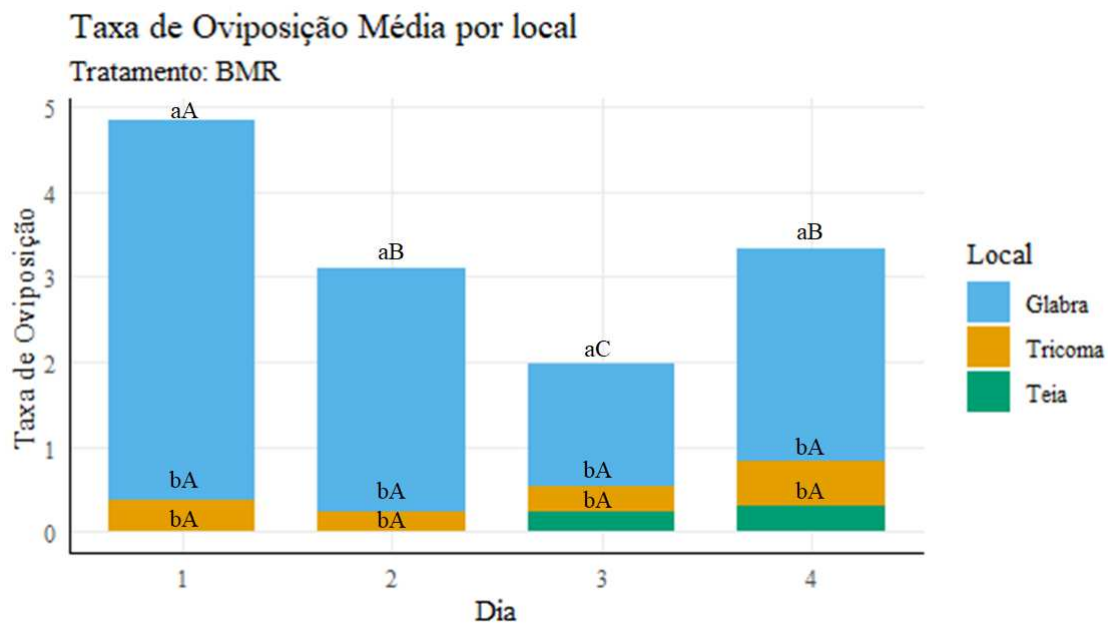


Figura 7: Taxa de oviposição média em área Glabra, Tricoma e Teia por *T. urticae* ao longo de quatro dias em folha de melão para BMR (exposto indiretamente a risco de predação por *N. barkeri*). Letras minúsculas iguais para locais no mesmo dia e maiúsculas iguais entre dias para cada local não diferem entre si pelo teste de Tukey HSD aplicado às médias ajustadas a 5% de significância.

Para o tratamento IMR (Figura 8), a oviposição em área Glabra apresentou redução no terceiro dia ($\bar{x} = 1,75$), sendo significativamente menor que os dias um ($\bar{x} = 3,61$; $p < 0,0001$), dois ($\bar{x} = 3,28$; $p < 0,0001$) e quatro ($\bar{x} = 2,91$; $p = 0,0015$). Não houve diferenças na oviposição entre os dias para teia e tricoma.

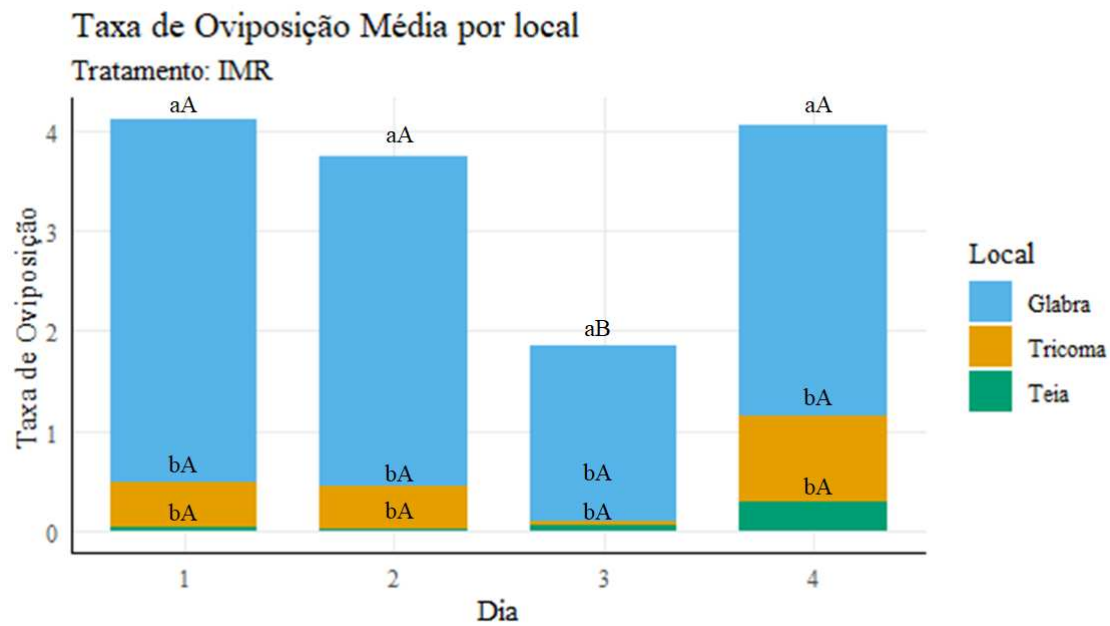


Figura 8: Taxa de oviposição média em área Glabra, Tricoma e Teia por *T. urticae* ao longo de quatro dias em folha de melão para IAR (exposto indiretamente a risco de predação por *N. idaeus*). Letras minúsculas iguais para locais no mesmo dia e maiúsculas iguais entre dias para cada local não diferem entre si pelo teste de Tukey HSD aplicado às médias ajustadas a 5% de significância.

Para o tratamento BR (Figura 9), a oviposição em área Glabra apresentou redução no terceiro dia ($\bar{x} = 2,94$), sendo significativamente menor que o primeiro dia um ($\bar{x} = 3,77$; $p = 0,0424$). Não houve diferenças na oviposição entre os dias para teia e tricoma.

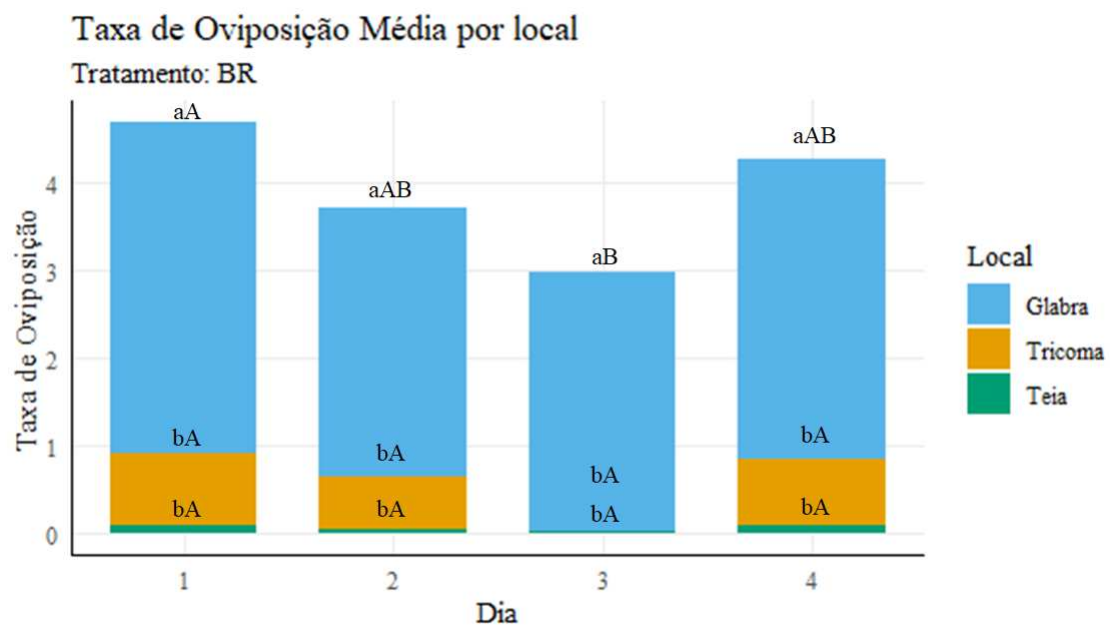


Figura 9: Taxa de oviposição média em área Glabra, Tricoma e Teia por *T. urticae* ao longo de quatro dias em

folha de melão para BR (exposto a simulação de risco de predação). Letras minúsculas iguais para locais no mesmo dia e maiúsculas iguais entre dias para cada local não diferem entre si pelo teste de Tukey HSD aplicado às médias ajustadas a 5% de significância.

2.3.2 Efeito da presença de tricomas na performance de predação

Para o tempo de encontro da presa, *N. barkeri* (Figura 10A) não apresentou diferença significativa para o tempo de encontro em melão (MNB) e em feijão-de-porco (FNB). Já para *N. idaeus* (Figura 10B), foram encontradas diferenças, sendo o tempo de encontro maior em melão (MNI, $\bar{x}$ = 323,20 s) quando comparado a feijão-de-porco (FNI, $\bar{x}$ = 203,65 s; t = -2,0289; df = 35,73; p = 0,04997).

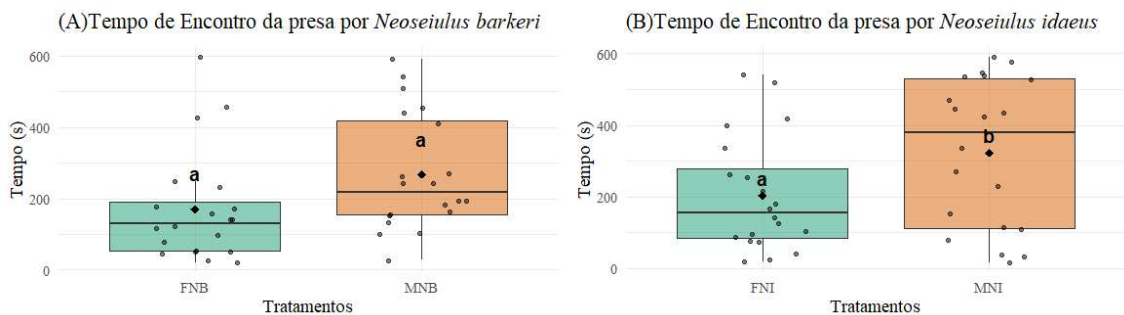


Figura 10: Tempo de encontro da presa (em segundos) por *N. barkeri* (A) e *N. idaeus* (B) em folhas de melão e feijão de porco. Letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença entre os tratamentos pelo teste t de Welch a 5% de significância.

O número de ovos consumidos também apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. *N. barkeri* (Figura 11A) apresentou maior consumo em feijão-de-porco (FNB, $\bar{x}$ = 13,70 ovos) do que em melão (MNB, $\bar{x}$ = 5,15 ovos; t = 6,6575; df = 37,98; p < 0,0001). E de forma similar, *N. idaeus* (Figura 11B) consumiu mais ovos em feijão-de-porco (FNI, $\bar{x}$ = 9,35 ovos) em comparação ao melão (MNI, $\bar{x}$ = 3,65 ovos; t = 5,9987; df = 30,51; p < 0,0001).

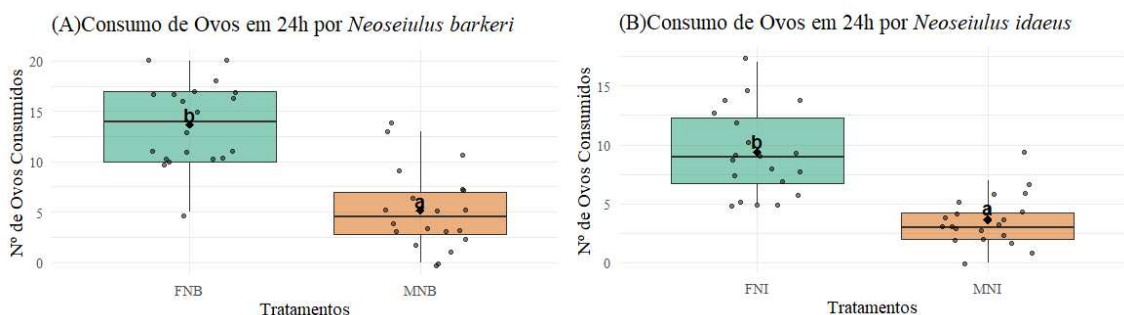


Figura 11: Número de ovos de *T. urticae* consumidos por *N. barkeri* (A) e *N. idaeus* (B) em folhas de melão e feijão de porco. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Dunn (5% de significância).

2.4 Discussão

Neste estudo, *T. urticae* apresentou maior oviposição na área Glabra quando comparada a tricomas e teia durante o período avaliado. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos no primeiro dia de avaliação. A partir do segundo dia, foi registrada redução significativa na oviposição nos tratamentos associados ao risco de predação, com destaque para o tratamento IAR, que apresentou os menores valores médios. No terceiro dia, os tratamentos com exposição indireta às pistas de predadores (BMR e IMR) apresentaram menores taxas de oviposição em comparação aos demais tratamentos. No quarto dia, diferenças pontuais entre tratamentos ainda foram observadas. O padrão de oviposição de *T. urticae* foi influenciado pelo risco de predação, mesmo quando exposto somente a simulação de predação (BR). A eficiência predatória de *N. barkeri* e *N. idaeus* foi menor em folhas de melão quando comparada ao feijão-de-porco, refletida pelo maior tempo de encontro da presa para *N. idaeus* e menor consumo de ovos para ambas as espécies em melão.

O ácaro-rajado *T. urticae* tem demonstrado a capacidade de exibir diversas respostas antipredação como evitar áreas ao detectar pistas químicas de predadores, dispersando-se para outras áreas (Grostal e Dicke, 1999; Dias *et al.*, 2016), reduzir sua taxa de oviposição na presença de predadores especialistas (Dias *et al.*, 2016; Jacobsen *et al.*, 2015). Neste estudo, *T. urticae* apresentou uma resposta antipredatória mais e acentuada quando exposta ao predador especialista *N. idaeus* em comparação ao predador generalista *N. barkeri*. A maior redução na taxa de oviposição em IAR indica que a presa foi capaz de discriminar o risco associado a diferentes inimigos naturais, respondendo de forma mais intensa à presença do predador especialista, mesmo quando a eficiência predatória direta deste foi limitada pelas características da planta hospedeira. Ao final do quarto dia de avaliação, a taxa total de oviposição retornou ao padrão inicial em parte dos tratamentos, demonstrando capacidade de resposta a ausência dos predadores. O efeito da percepção de um predador especialista na resposta antipredação de tetraniquídeos já havia sido documentada em trabalho com outros fitoseídeos, sendo *T. urticae* capaz de diferenciar a presença do predador especialista *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Mesostigmata: Phytoseiidae) e do predador generalista *Orius majusculus* Reut (Hemiptera: Anthocoridae) (Jacobsen *et al.*, 2015), e em *T. evansi* capaz de distinguir um predador mais eficiente como *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Mesostigmata: Phytoseiidae) de *Phytoseiulus longipes* Athias-Henriot (Mesostigmata: Phytoseiidae) considerado menos eficiente (Dias *et al.*, 2016), exibindo uma relação de coevolução com inimigo natural especialista, a qual é menos provável de ocorrer contra predadores generalistas

(Jacobsen *et al.*, 2015).

Quando exposto a predadores, *T. urticae* foi capaz de alterar seu padrão de oviposição, reduzindo-a significativamente em área Glabra e com aumento (BAR) ou tendência de aumento (IAR) da oviposição em Teia na exposição direta a predadores. A redução da oviposição também foi visualizada nos demais tratamentos, ocorrendo de forma mais brusca na exposição a pista do predador (BMR e IMR) e de forma mais gradual na exposição somente a coespecíficos mortos (BR), porém sendo relacionado com a oviposição em teia em ambos os casos, demonstrando que a reposta antipredação ocorre, mas com um reconhecimento de menor risco de predação a partir apenas das pistas indiretas.

Estratégias antipredação já relatadas para ácaros fitófagos incluem a busca por refúgios em estruturas vegetais (Pallini *et al.*, 1998; Michalska, 2003; Roda, Nyrop, e English-Loeb, 2003; Loughner *et al.*, 2008; Sato *et al.*, 2011; Calvet *et al.*, 2018), e o aumento da produção e uso de teia para proteção e oviposição (Gerson, 1865; Lemos *et al.*, 2010). induzir mudanças na prole, como o prolongamento do tempo de desenvolvimento (Freinschlag e Schausberger, 2016) O aumento da deposição de ovos em teias, observado a partir do segundo dia para os tratamentos de exposição direta pode representar uma estratégia de evasão e proteção. Lemos *et al.*, 2010 descreveu um padrão semelhante em *T. evansi* sob pistas de *P. longipes* Athias-Henriot (Mesostigmata: Phytoseiidae) que, ao detectar tais pistas, passou a depositar mais ovos suspensos na teia, em vez de colocá-los diretamente na superfície foliar. Embora os autores não tenham encontrado aumento na densidade da teia, os ovos suspensos apresentaram menor taxa de predação, indicando que a alteração no local de oviposição constitui uma estratégia antipredação eficaz (Lemos *et al.*, 2010). Neste estudo, a alteração da oviposição para teia não foi observada para o tratamento BR, no qual apenas os ovos foram esmagados, indicando que esta resposta deve ocorrer em decorrência de uma pista advinda diretamente do predador, e não devido ao dano provocado aos indivíduos coespecíficos. A oviposição em tricomas aparentou ocorrer de forma aleatória e sem correlação em todos os tratamentos.

A eficácia de *N. barkeri* e *N. idaeus* foram afetadas nas folhas de melão. Os resultados obtidos demonstram que uma maior densidade de tricomas influencia significativamente a capacidade predatória, sendo estes menor do que a encontrada em feijão de porco. A presença de maiores densidades de tricomas pode ser percebida como obstáculo físico para a movimentação de ácaros predadores (Sato *et al.*, 2011; Tabary *et al.*, 2024), porém

T. urticae aparenta ser incapaz de modular sua oviposição para utilizar este recurso com maior eficiência, recorrendo a oviposição em teia como refúgio. Sato *et al.*, 2011, demonstrou, em tomate, que cultivares com maior densidade de tricomas reduziram a performance de *P. macropilis*, reduzindo as taxas de consumo e oviposição. Assim, uma menor densidade de tricomas, como as encontradas nas folhas de feijão-de-porco, podem favorecer a performance dos ácaros fitoseídeos em seu forrageamento.

A presença dos predadores, mesmo com a eficiência predatória reduzida, foi suficiente para induzir uma resposta comportamental em *T. urticae*, indicando alta sensibilidade a presença dos predadores, demonstrando também uma rápida capacidade de resposta a sua ausência. Apesar de *N. idaeus* apresentar uma performance reduzida em folhas de melão, em predação direta, suas pistas provocaram uma maior redução da oviposição de *T. urticae* quando comparado a redução causada por *N. barkeri*. Essa resposta mais intensa pode estar relacionada a coevolução entre predadores e suas presas, onde herbívoros ao coevoluírem com seu inimigo natural especializado, resulta em uma resposta mais forte em relação a ele (Jacobsen *et al.*, 2015). A redução na oviposição e a oviposição em teia são exemplos de mecanismos e defesas antipredatórias, sendo sua compreensão fundamental para entender a evolução das respostas adaptativas da presa (Bodie *et al.*, 1991).

2.5 Conclusões

1. *Tetranychus urticae* não utiliza a oviposição em tricomas como recurso antipredação, com a redução na taxa de oviposição e a oviposição em teia se apresentando como as principais respostas antipredação percebidas.
2. *Tetranychus urticae* apresenta respostas diferentes, frente a diferentes riscos de predação, sendo a magnitude da resposta proporcional ao risco percebido, sensível a pistas e a presença de predadores.
3. *Tetranychus urticae* respondeu de maneira diferenciada aos predadores testados.
4. Os tricomas foliares de melão aparentam afetar negativamente a eficácia dos predadores na predação de *Tetranychus urticae*, onde *Neoseiulus barkeri* teve seu consumo afetado e *Neoseiulus idaeus* apresentou tempo de encontro e consumo afetados.

REFERÊNCIAS

- BATES, D. *et al.* Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, [s. l.], v. 67, n. 1, p. 1–48, 2015.
- BICKFORD, C. P. Ecophysiology of leaf trichomes. *Functional Plant Biology*, [s. l.], v. 43, n. 9, p. 807-814, 2016.
- BRODIE, E. D. Jr. *et al.* Predator avoidance and antipredator mechanisms: distinct pathways to survival. *Ethology Ecology & Evolution*, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 73-77, 1991.
- CALVET, É. C. *et al.* Effect of cues from *Amblyseius largoensis* (Muma) on the oviposition behavior of *Raoiella indica* Hirst. *Systematic and Applied Acarology*, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 630-640, 2023.
- CALVET, É. C. *et al.* Chemosensory cues of predators and competitors influence search for refuge in fruit by the coconut mite *Aceria guerreronis*. *Experimental and Applied Acarology*, [s. l.], v. 74, p. 249–259, 2018.
- CHOH, Y.; TAKABAYASHI, J. Predator avoidance in phytophagous mites: response to present danger depends on alternative host quality. *Oecologia*, v. 151, [s. l.], n. 2, p. 262-267, 2007.
- DIAS, C. R. *et al.* Antipredator behaviours of a spider mite in response to cues of dangerous and harmless predators. *Experimental and Applied Acarology*, [s. l.], v. 69, n. 3, p. 263-276, 2016.
- FREINSCHLAG, J.; SCHAUSBERGER, P. Predation risk-mediated maternal effects in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Experimental and Applied Acarology*, [s. l.], v. 69, n. 1, p. 35-47, 2016.
- GERSON, U. Webbing. In: HELLE, W.; SABELIS, M. W. (eds.). *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Amsterdam: Elsevier, p. 223–232, 1985.
- GROSTAL, P.; DICKE, M. Direct and indirect cues of predation risk influence behavior and reproduction of prey: a case for acarine interactions. *Behavioral Ecology*, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 422-427, 1999.
- IVES, A. R.; DOBSON, A. P. Antipredator behavior and the population dynamics of simple predator-prey systems. *The American Naturalist*, [s. l.], v. 130, n. 3, p. 431-454, 1987.
- JACOBSEN, S. K. *et al.* Antipredator responses in *Tetranychus urticae* differ with predator specialization. *Journal of Applied Entomology*, [s. l.], v. 140, n. 3, p. 228-231, 2015.
- JANSSEN, A. Plants with spider mite prey attract more predatory mites than clean plants under greenhouse conditions. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, [s. l.], v. 90, n. 2, p. 191-198, 1999.
- KARG, W. *et al.* Advantages of oligophagous predatory mites for biological control. *Bulletin SROP*, [s. l.], 66–73, 1987.

- KATS, L. B.; DILL, L. M. The scent of death: chemosensory assessment of predation risk by prey animals. *Ecoscience*, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 361-394, 1998.
- KUZNETSOVA, A.; BROCKHOFF, P. B.; CHRISTENSEN, R. H. B. lmerTest package: tests in linear mixed effects models. *Journal of Statistical Software*, [s. l.], v. 82, n. 13, p. 1–26, 2017.
- LEMOS, F. *et al.* Spider mite web mediates anti-predator behaviour. *Experimental and Applied Acarology*, [s. l.], v. 52, n. 1, p. 1-10, 2010.
- LENTH, R. V. *emmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means*. R package version 1.8.9, 2023. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>.
- LEVIN, D. A. The role of trichomes in plant defense. *The quarterly review of biology*, [s. l.], v. 48, n. 1, Part 1, p. 3-15, 1973.
- LI, Y. Y.; *et al.* Evaluation of *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae) for control of *Eotetranychus kankitus* (Acari: Tetranychidae). *Journal of economic entomology*, [s. l.], v. 110, n. 3, p. 903-914, 2017.
- LIMA, S. L. Nonlethal effects in the ecology of predator-prey interactions—what are the ecological effects of anti-predator decision-making? *Bioscience*, [s. l.], v. 48, p. 25–34, 1998.
- LIMA, S. L.; DILL, L. M. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, [s. l.], v. 68, n. 4, p. 619-640, 1990.
- LIMA, S. L.; BEDNEKOFF, P. A. Temporal variation in danger drives antipredator behavior: the predation risk allocation hypothesis. *The American Naturalist*, [s. l.], v. 153, n. 6, p. 649-659, 1999.
- LOUGHNER, R. *et al.* Influence of leaf trichomes on predatory mite (*Typhlodromus pyri*) abundance in grape varieties. *Experimental and Applied Acarology*, [s. l.], v. 45, n. 3, p. 111-122, 2008.
- MAGALHÃES, S. *et al.* Population dynamics of thrips prey and their mite predators in a refuge. *Oecologia*, [s. l.], v. 150, n. 4, p. 557-568, 2007.
- MCMURTRY, J. A. *et al.* Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology*, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 297-320, 2013.
- MICHALSKA, K. Climbing of leaf trichomes by eriophyid mites impedes their location by predators. *Journal of Insect Behavior*, [s. l.], v. 16, n. 6, p. 833-844, 2003.
- MORAES, G. J. de; FLECHTMANN, C. H. W. *Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2008
- NEGM, M.W.; ALATAWI, F.J.; ALDRYHIM, Y.N. Biology, predation, and life table of *Cydnoseius negevi* and *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae) on the old world date mite,

- Oligonychus afrasiaticus* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Insect Science*, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 177, 2014.
- OLIVEIRA, J. M. *et al.* Leaf morphology of melon mediates feeding and oviposition preference, and immature survival of *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). *Phytoparasitica*, [s. l.], v. 49, p. 479–489, 2021.
- PALLINI, A.; JANSSEN, A.; SABELIS, M. W. Predators induce interspecific herbivore competition for food in refuge space. *Ecology Letters*, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 171–177, 1998.
- R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.
- RAKHA, M. *et al.* Evaluation of wild tomato accessions (*Solanum spp.*) for resistance to two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) based on trichome type and acylsugar content. *Genetic Resources and Crop Evolution*, [s. l.], v. 64, n. 5, p. 1011–1022, 2017.
- RODA, A. *et al.* Trichomes and spider-mite webbing protect predatory mite eggs from intraguild predation. *Oecologia*, [s. l.], v. 125, p. 428–435, 2000.
- ROMERO, G. Q.; BENSON, W. W. Biotic interactions of mites, plants and leaf domatia. *Current Opinion in Plant Biology*, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 436–440, 2005.
- SALVIANO, A. M. *et al.* A cultura do melão. *EMBRAPA-CNPAT*, p. 202. [s. l.], 2017.
- SARAIVA, W. V. A. *et al.* Investigating biological performance, oviposition and diet preference of the twospotted spider mite feeding on various melon genotypes. *Systematic and Applied Acarology*, [s. l.], v. 29, n. 4, p. 511–526, 2024.
- SATO, M. M. *et al.* Effect of trichomes on the predation of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) by *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) on tomato, and the interference of webbing. *Experimental and Applied Acarology*, [s. l.], v. 54, p. 21–32, 2011.
- SHOOROOEI, M. *et al.* Antixenosis and antibiosis of some melon (*Cucumis melo*) genotypes to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) and a possible mechanism for resistance. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, [s. l.], v. 88, n. 1, p. 73–78, 2013.
- SIH, A. Foraging strategies and the avoidance of predation by an aquatic insect, *Notonecta hoffmanni*. *Ecology*, [s. l.], v. 63, n. 3, p. 786–796, 1982.
- SOUSA NETO, E. P. Um estudo comparativo entre *Neoseiulus californicus* e *Neoseiulus idaeus*, dois importantes inimigos naturais de *Tetranychus urticae*. 2019. 53 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019
- SUDO, M., OSAKABE, M. Stellate hairs on leaves of a deciduous shrub *Viburnum erosum* var. *punctatum* (Adoxaceae) effectively protect *Brevipalpus obovatus* (Acari: Tenuipalpidae) eggs from the predator *Phytoseius nipponicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, [s. l.], v. 60, n. 3, p. 299–311, 2013
- TABARY, L. *et al.* Plant, pest and predator interplay: tomato trichomes effects on *Tetranychus*

urticae (Koch) and the predatory mite *Typhlodromus* (*Anthoseius*) *recki* Wainstein. *Experimental and Applied Acarology*, [s. l.], v. 93, n. 1, p. 169-195, 2024.

WALKER, A.R., MARKS, M.D. Trichome initiation in Arabidopsis. In: *Advances in Botanical Research*, [s. l.], v. 31. p. 213-233, 2000.

WANG, L. *et al.* A bioassay for evaluation of the resistance of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) to selected acaricides. *Systematic & Applied Acarology*, [s. l.], v. 20, n. 6, p. 579-590, 2015.

WANG, X., SHEN, C., MENG, P., TAN, G., & LV, L. Analysis and review of trichomes in plants. *BMC plant biology*, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 70, 2021.

WERCKER, E. Trichome initiation in Arabidopsis. In: *Advances in Botanical Research*, [s. l.], v. 31. p. 1-30, 2000.

XU, D. D. *et al.* The performance of *Tetranychus urticae* on five melon cultivars is correlated with leaf thickness. *Systematic & Applied Acarology*, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 645-658, 2019.

ZANETTE, L. Y. *et al.* Perceived predation risk reduces the number of offspring songbirds produce per year. *Science*, v. 334, n. 6061, p. 1398-1401, 2011.