



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA  
CAMPUS MINISTRO PETRÔNIO PORTELLA  
MESTRADO EM AGRONOMIA**

**FRANCIELE COSTA DE SOUSA**

**RESISTÊNCIA E ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DE ÁCARO-VERMELHO  
*Tetranychus neocaledonicus* André (1933) (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM  
FEIJÃO-CAUPI *Vigna unguiculata* L.**

Teresina - PI

2025

**FRANCIELE COSTA DE SOUSA**

**RESISTÊNCIA E ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DE ÁCARO-VERMELHO  
*Tetranychus neocaledonicus* André (1933) (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM  
FEIJÃO-CAUPI *Vigna unguiculata* L.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientadora: Dra. Solange Maria de França.

Coorientador: Dr. Douglas Rafael e Silva Barbosa.

Teresina - PI

2025

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial CCA  
Serviço de Processos Técnicos

S725r      Sousa, Franciele Costa de.  
Resistência e óleos essenciais no manejo de ácaro-vermelho  
*Tetranychus neocaledonicus* André (1933) (acari: *tetranychidae*) em  
feijão-caupi *vigna unguiculata l.*/ Francile Costa de Sousa. -- 2025.  
95 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Centro  
de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia,  
2025.

“Orientadora: Profa. Dra. Solange Maria de França.”

1. Acaricidas naturais. 2. Manejo integrado de pragas. 3.  
Resistência de plantas. I. França, Solange Maria de. II. Título.

CDD 632.951

Bibliotecário: Rafael Gomes de Sousa - CRB3/1163

FRANCIELE COSTA DE SOUSA

**RESISTÊNCIA E ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DE ÁCARO-VERMELHO *Tetranychus neocaledonicus* André (1933) (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM FEIJÃO-CAUPI *Vigna unguiculata* L.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

APROVADA em 25 de agosto de 2025

Comissão Julgadora:



Documento assinado digitalmente  
**DOUGLAS RAFAEL E SILVA BARBOSA**  
Data: 26/08/2025 21:05:48-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Douglas Rafael e Silva Barbosa - IFMA



Documento assinado digitalmente  
**MAURISRAEL DE MOURA ROCHA**  
Data: 27/08/2025 13:12:09-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Maurisrael de Moura Rocha – EMBRAPA Meio-Norte



Documento assinado digitalmente  
**GUTIERRES NELSON SILVA**  
Data: 27/08/2025 16:31:02-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Gutierres Nelson Silva - IFMS



Documento assinado digitalmente  
**TADEU BARBOSA MARTINS SILVA**  
Data: 26/08/2025 21:32:02-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Tadeu Barbosa Martins Silva - UESPI



Documento assinado digitalmente  
**SOLANGE MARIA DE FRANÇA**  
Data: 26/08/2025 20:51:05-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Solange Maria de França - UFPI /Presidente  
(Orientadora)

TERESINA-PI  
2025

À Deus, porque sem Ele eu não teria conseguido, aos meus pais Francisca Rejane e Carlos Alberto, ao meu esposo Evandro Caldas, aos meus irmãos e meu sobrinho Waylon Oliveira, por todo amor, apoio, compreensão, auxílio e motivação.

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois Ele é o meu Senhor e Salvador, por me amar, pelo meu respirar, pela força, por sua graça e misericórdia e por nunca ter me deixado sozinha nessa jornada, sem Ele eu nunca teria chegado até aqui. A Ele dou honra, glória e louvor por esse ciclo.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Piauí (UFPI) e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pela oportunidade e auxílio no desenvolvimento da pesquisa, com recursos e bolsa de financiamento e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Campus Codó (IFMA) pela estrutura física para realização de toda pesquisa, na pessoa do Prf. Dr. Douglas Rafael e Silva Barbosa.

Agradeço aos meus pais Francisca Rejane e Carlos Alberto, por todas as orações, por todas as palavras de ânimo e consolo, por não me deixarem desistir e fazer tudo que estive ao alcance dos mesmos para que eu pudesse atingir meus objetivos e chegar até aqui. Aos meus irmãos, Carlos Thielison, Tiago Leal, Wellington Aguiar e Juliane Aguiar. Ao meu pequeno sobrinho, Waylon, que sempre me traz paz e alegria, mesmo sem saber. E a minha avó Miriam. Eu amo muito vocês! Essa vitória é nossa!

Agradeço imensamente ao meu esposo, Evandro Caldas, que sempre me incentivou na minha jornada acadêmica, desde a graduação. Nunca mediu esforços para me ver bem e realizada, esteve comigo nas fases boas e ruins que vivi nessa jornada. Obrigada por tudo! Eu amo você! Essa vitória é sua também! Agradeço também aos meus sogros que sempre foram um ponto de apoio.

Agradeço à minha orientadora Dra. Solange Maria de França (Universidade Estadual do Maranhão), pelo acompanhamento, direcionamento e conselhos. Ao meu coorientador Dr. Douglas Rafael (IFMA), pelo incentivo desde a graduação, por todos os ensinamentos e encorajamento. Agradeço também a colaboração da Dra. Rosenya Michely Cintra Filgueiras, Dr. Maurisrael de Moura Rocha (EMBRAPA Meio Norte), Dr. José Wagner da Silva Melo (UFPE) especialmente pelo suporte na estatística e Dr. Mariano Oscar Aníbal Ibanez Rojas (IFMA).

Agradeço a todos os meus amigos e colegas de pesquisa e jornada na UFPI. Em especial, Dávila, Adriele, Izaías, Marcos, Danielle, Elys, Renata e Eslane. Aos

meus amigos de jornada, Ana Beatriz, Ruan, Sarah, Josenilton, Natália, Matheus, Erisnelson e Felipe. A Daniele por toda empatia na divisão de apartamento.

Agradeço a todos que contribuíram de forma direta e indireta para que essa pesquisa fosse concluída e para que eu chegasse até aqui. Muito obrigada!

## RESUMO GERAL

O uso de plantas resistentes e acaricidas naturais são medidas promissoras, pois são econômicas e seguras. *Tetranychus neocaledonicus* possui uma ampla gama de hospedeiros, entre eles o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), sendo capaz de reduzir significativamente o rendimento das culturas. Com a presente pesquisa objetivou-se avaliar a resistência de cultivares de feijão-caupi à *T. neocaledonicus* e avaliar a toxicidade e repelência dos óleos essenciais (OEs) de *Ageratum* sp. (Asteraceae), *Chenopodium ambrosioides* (Amaranthaceae) e *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae) sobre fêmeas e ovos de *T. neocaledonicus*. Os bioensaios foram realizados em laboratório. Foram utilizadas 10 cultivares de feijão-caupi para avaliação de resistência por antibiose e antixenose. No bioensaio de antibiose, fêmeas de *T. neocaledonicus* ovipositaram por 16h, depois foram retiradas e foi individualizado um ovo. Foi acompanhado o desenvolvimento dos ácaros (ovo-adulto), com três avaliações diárias. Na fase adulta, foi realizada uma avaliação diária para avaliação do período de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, fecundidade e longevidade. A antixenose foi avaliada através de teste com chance de escolha. Realizou-se as extrações dos OEs por hidrodestilação e identificação dos compostos por GC-MS. Os OEs foram testados em várias concentrações em discos foliares de feijão-caupi, para avaliação dos efeitos tóxico, ovicida e repelente. As concentrações letais foram determinadas, sendo a CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub> utilizadas nos testes de toxicidade e CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub> nas avaliações de repelência. O período de desenvolvimento dos ácaros não foi afetado pelas cultivares de feijão-caupi. Entretanto a longevidade, a oviposição e a fecundidade de *T. neocaledonicus* foram afetadas pelas cultivares, bem como houve uma redução na taxa líquida de reprodução e na taxa intrínseca de crescimento, indicando que algumas cultivares apresentaram resistência por antibiose. As cultivares apresentaram efeito antixenótico nos diferentes horários de avaliação. A cultivar Epace 10 é resistente, enquanto BR 17-Gurguéia é favorável ao desenvolvimento de *T. neocaledonicus*. Os principais componentes majoritários para os OEs foram:  $\alpha$ -pinene (27,38%) e germacrene D (11,33%) em *Ageratum* sp.,  $\alpha$ -terpinene (46,06%) e ascaridole (19,88%) em *C. ambrosioides*, eugenol (54,37%) e 1,8-cineole (15,89%), em *O. gratissimum*. O OE de *O. gratissimum* apresentou maior toxicidade (CL<sub>50</sub> = 3,66  $\mu$ L/mL), enquanto *C. ambrosioides* promoveu maior inviabilidade de ovos (93,5% na CL<sub>90</sub>). Todos os OEs foram repelentes, com destaque para *O. gratissimum* na CL<sub>20</sub> e *C. ambrosioides* na CL<sub>30</sub>. Assim, *O. gratissimum* demonstrou o melhor desempenho geral e destaca-se como promissor para o manejo de *T. neocaledonicus*, recomendando-se sua inclusão em futuros estudos de formulação de produtos comerciais, visando ampliar a eficácia, estabilidade e viabilidade do uso em campo no contexto de manejo integrado sustentável.

**Palavras-chave:** manejo integrado de pragas, resistência de plantas; acaricidas naturais.

## ABSTRACT

The use of resistant plants and natural acaricides are promising measures, as they are both economical and safe. *Tetranychus neocaledonicus* has a wide range of hosts, including cowpea (*Vigna unguiculata* L.), and is capable of significantly reducing crop yields. The objective of this research was to evaluate the resistance of cowpea cultivars to *T. neocaledonicus* and to assess the toxicity and repellency of essential oils (EOs) from *Ageratum* sp. (Asteraceae), *Chenopodium ambrosioides* (Amaranthaceae), and *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae) on females and eggs of *T. neocaledonicus*. Bioassays were carried out under laboratory conditions. Ten cowpea cultivars were used to evaluate resistance through antibiosis and antixenosis. In the antibiosis bioassay, *T. neocaledonicus* females oviposited for 16 hours before being removed, after which a single egg was isolated. The development of the mites (egg–adult) was monitored with three daily observations. During the adult stage, daily evaluations were carried out to record pre-oviposition, oviposition, post-oviposition, fecundity, and longevity. Antixenosis was assessed using a choice test. Essential oils were extracted by hydrodistillation and their compounds identified by GC-MS. The EOs were tested at various concentrations on cowpea leaf discs to evaluate toxic, ovicidal, and repellent effects. Lethal concentrations were determined, with LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub> used in toxicity tests, and LC<sub>20</sub> and LC<sub>30</sub> in repellency assessments. The development period of the mites was not affected by cowpea cultivars. However, the longevity, oviposition, and fecundity of *T. neocaledonicus* were influenced by cultivars, with reductions in net reproductive rate and intrinsic growth rate, indicating that some cultivars exhibited antibiosis resistance. The cultivars also showed antixenosis effects at different evaluation times. Cultivar Epace 10 proved resistant, while BR 17-Gurguéia was favorable to the development of *T. neocaledonicus*. The major chemical constituents identified were:  $\alpha$ -pinene (27.38%) and germacrene D (11.33%) in *Ageratum* sp.,  $\alpha$ -terpinene (46.06%) and ascaridole (19.88%) in *C. ambrosioides*, and eugenol (54.37%) and 1,8-cineole (15.89%) in *O. gratissimum*. The EO of *O. gratissimum* showed the highest toxicity (LC<sub>50</sub> = 3.66  $\mu$ L/mL), while *C. ambrosioides* promoted the highest egg inviability (93.5% at LC<sub>90</sub>). All EOs were repellent, with *O. gratissimum* standing out at LC<sub>20</sub> and *C. ambrosioides* at LC<sub>30</sub>. Thus, *O. gratissimum* demonstrated the best overall performance and is highlighted as a promising option for the management of *T. neocaledonicus*, with recommendations for its inclusion in future studies aimed at the formulation of commercial products to improve efficacy, stability, and field viability in the context of sustainable integrated pest management.

**Keywords:** integrated pest management; plant resistance; natural acaricides.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b>  | <b>12</b> |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>   | <b>15</b> |
| <b>2.1 Ácaros praga</b>  | <b>15</b> |
| 2.1.1 Família Tetranychidae  | 16        |
| 2.1.2 <i>Tetranychus neocaledonicus</i> André (1933)   | 18        |
| <b>2.3 Resistência de plantas</b>  | <b>19</b> |
| 2.3.1 Resistência por antibiose e antixenose   | 21        |
| 2.3.2 Tabela de vida de fertilidade  | 23        |
| <b>2.4 Acaricidas naturais</b>   | <b>24</b> |
| 2.4.1 OEs e o potencial como acaricidas  | 25        |
| 2.4.2 <i>Ageratum</i> sp.  | 26        |
| 2.4.3 Alfavaca ( <i>Ocimum gratissimum</i> L.)   | 27        |
| 2.4.4 Mastruz ( <i>Chenopodium ambrosioides</i> L.)  | 28        |
| <b>2.5 Manejo Integrado de Pragas (MIP)</b>  | <b>29</b> |
| <b>2.6 Feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp)</b>   | <b>30</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>   | <b>32</b> |
| <b>CAPÍTULO I</b>  | <b>46</b> |
| <b>RESISTÊNCIA DE FEIJÃO-CAUPI <i>Vigna unguiculata</i> AO ÁCARO-VERMELHO <i>Tetranychus neocaledonicus</i> ANDRÉ (1933) (Acari: Tetranychidae).</b> | <b>46</b> |
| RESUMO   | 46        |
| ABSTRACT   | 47        |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>  | <b>48</b> |
| <b>2 METODOLOGIA</b>   | <b>49</b> |
| <b>2.1 Criação de <i>Tetranychus neocaledonicus</i></b>  | <b>50</b> |
| <b>2.2 Cultivares de feijão-caupi</b>  | <b>50</b> |
| <b>2.3 Resistência por antibiose - Parâmetros biológicos de <i>T. neocaledonicus</i></b>   | <b>50</b> |
| <b>2.4 Tabela de vida de fertilidade de <i>T. neocaledonicus</i></b>   | <b>51</b> |
| <b>2.5 Resistência por antixenose – Teste de preferência</b>   | <b>51</b> |
| <b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>  | <b>52</b> |
| <b>3.1 Resistência por antibiose - Parâmetros biológicos de <i>T. neocaledonicus</i></b>   | <b>52</b> |
| <b>3.2 Tabela de vida de fertilidade de <i>T. neocaledonicus</i></b>   | <b>57</b> |
| <b>3.4 Resistência por antixenose - Teste de preferência</b>   | <b>60</b> |
| <b>4 CONCLUSÃO</b>   | <b>63</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>   | <b>63</b> |
| <b>CAPÍTULO II</b>   | <b>69</b> |
| <b>EFEITO ACARICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE O ÁCARO-VERMELHO <i>Tetranychus neocaledonicus</i> ANDRÉ (1933) (Acari: Tetranychidae).</b>            | <b>69</b> |
| RESUMO   | 69        |
| ABSTRACT   | 70        |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>  | <b>71</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2 METODOLOGIA</b>  | <b>72</b> |
| <b>2.1 Criação de <i>Tetranychus neocaledonicus</i></b>                                 | <b>72</b> |
| <b>2.2 Identificação do material botânico para extração dos óleos essenciais (OEs)</b>  | <b>73</b> |
| <b>2.3 Extração dos OEs</b>   | <b>73</b> |
| <b>2.4 Análise cromatográfica e espectrometria de massas</b>                            | <b>73</b> |
| <b>2.5 Identificação química dos OEs</b>  | <b>74</b> |
| <b>2.6 Toxicidade dos OEs sobre fêmeas adultas de <i>T. neocaledonicus</i></b>          | <b>74</b> |
| <b>2.7 Toxicidade dos OEs sobre ovos de <i>T. neocaledonicus</i></b>                    | <b>75</b> |
| <b>2.8 Atividade repelente dos OEs sobre fêmeas adultas de <i>T. neocaledonicus</i></b> | <b>76</b> |
| <b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>   | <b>76</b> |
| <b>3.1 Caracterização química dos OEs</b>   | <b>76</b> |
| <b>3.2 Toxicidade dos OEs sobre fêmeas adultas de <i>T. neocaledonicus</i></b>          | <b>80</b> |
| <b>3.3 Toxicidade dos OEs sobre ovos de <i>T. neocaledonicus</i></b>                    | <b>83</b> |
| <b>3.4 Atividade repelente dos OEs sobre fêmeas adultas de <i>T. neocaledonicus</i></b> | <b>85</b> |
| <b>4 CONCLUSÃO</b>  | <b>88</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>  | <b>89</b> |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>   | <b>95</b> |

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O manejo integrado de pragas (MIP) visa diminuir a população de uma praga em níveis abaixo do nível de dano econômico, através da integração de medidas seguras, viáveis e eficientes no manejo de pragas, a fim de preservar a saúde ambiental, humana e animal e mitigar o uso de pesticidas (Karlsson Green; Stenberg; Lankinen, 2020; Zhou *et al.*, 2024). O que possibilita o controle para que a população de pragas não alcance altas densidades e a conservação da biodiversidade (Tortorici *et al.*, 2022).

Entre as táticas preventivas e curativas que compõem o MIP, está a resistência de plantas hospedeiras, considerada relevante para o manejo de pragas (Mouden; Leiss, 2021). A utilização de plantas resistentes se dá pela seleção e emprego de espécies ou genótipos que geneticamente apresentam características que conferem resistência. A resistência é averiguada através da comparação entre plantas submetidas a uma mesma condição, onde a planta resistente será menos danificada (Baldin; Vendramim; Lourenção, 2019; Stenberg; Muola, 2017; Stenberg, 2017). Essa tática de manejo tem mostrado potencial para o controle de populações de ácaros-praga (Briozo *et al.*, 2023; França *et al.*, 2018; Nere *et al.*, 2021). É considerada uma prática vantajosa, pois inclui: especificidade de espécies, efeito cumulativo, compatibilidade com outras táticas de manejo, baixo custo, praticidade, interação mínima com o ambiente e persistência (Mookiah *et al.*, 2021).

As plantas podem ser resistentes por antixenose e antibiose (França *et al.*, 2018; Shoorooei *et al.*, 2018). Na antibiose a composição química e as características morfológicas da planta influenciam a biologia do artrópode (Santamaria *et al.*, 2020). Na antixenose, também denominada não-preferência, a praga tem o seu comportamento alimentar afetado pela planta hospedeira (Oki *et al.*, 2017; Stenberg; Muola, 2017). Os mecanismos de resistência das plantas a pragas são capazes de diminuir o volume de produtos químicos utilizados nas plantações (Demis, 2024).

Também é possível avaliar a resistência ou suscetibilidade de uma planta a um ácaro-praga estudando seus parâmetros populacionais na espécie hospedeira, averiguando o desempenho da praga em sobreviver e se reproduzir, ou seja, os parâmetros demográficos (França *et al.*, 2018; Rashid *et al.*, 2024; Segura-Martínez *et al.*, 2023). Por meio de tabelas de vida, estima-se, por exemplo, a taxa líquida de

reprodução e a taxa intrínseca de crescimento da população de uma praga, o tempo médio de uma geração, entre outros parâmetros (Chacón-Hernández *et al.*, 2025). Além disso, fornecem dados referentes à probabilidade de sobrevivência e taxa de fecundidade da praga (Chen *et al.*, 2025).

Diante da necessidade de controle dos níveis populacionais de pragas nos sistemas de cultivo, o uso de pesticidas químicos continua sendo um dos métodos mais utilizados. Porém, devido os ácaros possuírem um rápido ciclo biológico, os mesmos ciclos são expostos a ação química, contribuindo para o desenvolvimento de resistência da praga (Singh; Singh, 2021). O desenvolvimento de resistência a pesticidas químicos e os impactos negativos que podem causar, têm fomentado a busca por novos métodos de controle (Xu *et al.*, 2019). Nos dias atuais, as pesquisas mostram o interesse no desenvolvimento de métodos alternativos para o manejo de pragas, com foco em pesticidas de origem botânica (Alimi *et al.*, 2023).

As espécies vegetais podem ser utilizadas em forma de extratos e óleos essenciais (OEs), entre outros (Bolouri *et al.* 2022). Os OEs são compostos naturais que estão presentes nas plantas e atuam na proteção das plantas (Manu; Schilling; Phillips, 2021). São caracterizados como líquidos hidrofóbicos concentrados e misturas voláteis com compostos de odor peculiar (Catani *et al.*, 2022; Naz *et al.*, 2018). Dentre as principais vantagens do emprego de OEs na agricultura, estão: viabilidade, eficiência, baixa toxicidade, possibilidade para criação de biopesticidas, potencial para manejo de pragas, entre outras (Isman, 2020). Os OEs têm se destacado de forma significativa no manejo de várias pragas, como os ácaros. Os OEs podem apresentar efeitos acaricidas, assim, os estudos têm sido voltados à ação repelente e tóxica desses compostos (Alimi *et al.*, 2023).

O potencial acaricida de diversas plantas tem sido explorado para o manejo de *Tetranychus* spp. Os OEs de plantas como *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae) e *Chenopodium ambrosioides* L. (Amaranthaceae) tem apresentado potencial acaricida, o que inclui o efeito tóxico e/ou repelente sobre espécies de ácaros do gênero *Tetranychus* (Ayinde *et al.*, 2022; Bezerra *et al.*, 2019; Paes *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2015). O OE da espécie *Ageratum conyzoides*, pertencente ao gênero *Ageratum* (Asteraceae), possui eficiência sobre *Tetranychus urticae* Koch (Prasannakumar *et al.*, 2025). Segundo Prasannakumar *et al.* (2025), o OE de *A. conyzoides* e seus compostos são opções com potencial promissor no MIP. Essas espécies vegetais, assim como o gênero *Ageratum*, além de já demonstrarem

potencial para o manejo de ácaros, são espécies vegetais pertencentes às famílias botânicas mais estudadas quanto à produção de OEs. Preparações originadas a partir de plantas, como em forma de OEs, podem ser potenciais fontes para elaborar acaricidas eficientes (Rincón; Rodríguez; Coy-Barrera, 2019).

A família Tetranychidae é constituída especificamente por ácaros fitófagos e está entre as famílias que abrigam os principais ácaros-pragas, com registro em mais de 4.000 espécies vegetais (Basha; Mostafa; Eldeeb, 2021; Migeon; Dorkeld, 2025; Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024). São conhecidos como ‘ácaros-aranha’, devido a produção de teias, que tecem para sua proteção (Migeon; Dorkeld, 2025; Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024). Esses organismos destacam-se pela elevada taxa de reprodução e capacidade de adaptação, o que contribui para a sua rápida disseminação nas lavouras. Dentre essas espécies, *Tetranychus neocaledonicus* André, também conhecido como ‘ácaro-vermelho’, devido a coloração dos adultos, é relevante para a agricultura e se destaca por sua ampla distribuição geográfica e diversidade de hospedeiros (Migeon; Dorkeld, 2025; Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024). Onde é capaz de alcançar altos níveis populacionais (Briozzo *et al.*, 2023).

Os adultos se alimentam ao penetrar seus estiletes na epiderme foliar e sugar o conteúdo intracelular. As perfurações geram manchas amareladas, que embranquecem e escurecem com o tempo, levando a seca das folhas, podendo resultar na desfolha das plantas (Gomes Neto *et al.*, 2019). Assim, causam danos que interferem desde o processo fotossintético e conseqüentemente no desenvolvimento, produção e produtividade das culturas. O ácaro possui registro em vários estados do Brasil, hospedando dezenas de espécies vegetais (Flechtmann; Moraes, 2017). Temperaturas elevadas e baixas umidades são favoráveis para o desenvolvimento e reprodução do ácaro, gerando infestações severas (Jyothis; Ramani, 2019).

*Tetranychus neocaledonicus* apresentou desenvolvimento e reprodução favorecidos por feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), características que revelam o potencial do ácaro em tornar-se praga dessa cultura (Briozzo *et al.*, 2023). O feijão-caupi pertence à família Fabaceae (Sardar *et al.*, 2024). É uma cultura de grande importância para a região Norte e Nordeste do país e que vêm conquistando espaço e preferência nas demais regiões brasileiras (Guerra *et al.*, 2020). Diante disso, esse estudo objetivou avaliar a resistência de cultivares de feijão-caupi a *T.*

*neocaledonicus* e a atividade acaricida e repelente dos óleos essenciais de *Ageratum* sp., *C. ambrosioides* e *O. gratissimum* sobre *T. neocaledonicus*.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Ácaros praga

Os ácaros pertencem ao filo Arthropoda, classe Arachnida e subclasse Acari, compõem o segundo maior grupo dentro do filo Arthropoda. São organismos geralmente de tamanho diminuto, variando de 0,1 a 30mm e estão presentes em diversos ambientes, o solo é o local de maior diversidade e quantidade, sendo comuns também em plantas e outros ambientes. Possuem diversos hábitos alimentares, com destaque para a ingestão de alimentos líquidos e particulados vegetais como tecidos, substâncias intracelulares de plantas superiores, fungos, etc. No entanto, há espécies predadoras, fitófagos e onívoros (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024).

Há aproximadamente 7.000 espécies de ácaros identificados que se alimentam de material vegetal, cerca de metade dessas espécies estão classificadas na superfamília Eriophyoidae, enquanto a outra metade encontra-se na superfamília Tetranychoidae e família Acaridae (Dhooir, 2016). Muitos ácaros são considerados pragas de importância econômica em cultivos agrícolas, devido aos danos físicos provocados e a atuação como vetores de patógenos de plantas (Tan *et al.*, 2024).

A ocorrência de ácaros fitófagos vêm ganhando importância nos cultivos de plantas anuais, frutíferas e de espécies florestais, se destacando quanto a associação de pragas às plantas cultivadas (Carvalho; Barcellos; Bubans, 2019). Problemas relacionados aos ácaros fitófagos têm gerado preocupação na agricultura, a ocorrência desses organismos traz como principal prejuízo, a queda do rendimento das culturas (Al-Azzazy; Ghani, 2023).

Os ácaros fitófagos são responsáveis por reduções significativas da produção em cultivos agrícolas em todo o mundo (Wu *et al.*, 2017). Juntamente com os insetos, os ácaros fazem parte dos fatores relevantes no que se refere à limitação no crescimento das plantas e a produção alimentícia (Santamaria *et al.*, 2018).

Os ácaros se alimentam de vários órgãos das plantas, o que favorece o estabelecimento da população, assim como o crescimento populacional na planta hospedeira (Chaires-Grijalva; Serrano-Domínguez; Coronado-Blanco, 2021). Os

ácaros utilizam o estilete para perfurar o tecido vegetal e fazer a sucção do conteúdo celular do parênquima, esta característica representa bem os ácaros da família Tetranychidae (Flechtmann, 1989). Inicialmente, de acordo com a alimentação dos ácaros, é possível observar na planta hospedeira a clorose, as folhas podem ser destruídas e perdidas, causando a desfolha das plantas. Assim, o desenvolvimento das plantas é afetado, resultando na perda expressiva de produtos agrícolas a serem colhidos (Gomes Neto *et al.*, 2019; Santamaria *et al.*, 2018).

No Brasil, há dezenas de ácaros que são significativamente prejudiciais aos cultivos agrícolas, o que corrobora a importância do estudo e conhecimento dessas espécies, a fim de investigar e obter maneiras de manejar populações e mitigar os danos causados por esses organismos (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024).

### **2.1.1 Família Tetranychidae**

Os ácaros tetraniquídeos (Tetranychidae) pertencem a superordem Acariformes, ordem Trombidiformes, subordem Prostigmata e superfamília Tetranychoidae (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024). A família Tetranychidae é composta por duas subfamílias: *Bryobiinae* Berlese, 1913 e *Tetranychinae* Berlese, 1913. Abriga 100 gêneros e mais de 1.300 espécies, possui uma ampla gama de plantas hospedeiras, com registro em mais de 4.000 espécies vegetais diferentes (Migeon; Dorkeld, 2025). São encontrados em diversas plantas vasculares, de todos os portes, como árvores, arbustos e plantas herbáceas, distribuídas por todo o mundo (De La Nappo, 2014).

Os ácaros pertencentes à família Tetranychidae são exclusivamente fitófagos (Rodrigues; Amaral; Galvão, 2016). A família é relevante para a produção agrícola, contendo mais de uma centena de espécies classificadas como pragas e cerca de dez espécies consideradas pragas principais (Migeon; Dorkeld, 2025).

Dentre os tetraniquídeos estão algumas das espécies de ácaros que provocam os mais elevados níveis de danos (Naves; Nóbrega; Auger, 2021). Esses ácaros são altamente capazes de mitigar a produção em diversos cultivos, uma das principais características responsáveis por isso, é o elevado potencial de reprodução desses artrópodes (Rodrigues; Amaral; Galvão, 2016). Ocorrem nos mais diversos locais de cultivo, como em estufas e no campo (De La Nappo, 2014). Portanto, a

família Tetranychidae se destaca como uma família de ácaros de importância econômica (Umina *et al.*, 2022).

Os tetraniquídeos causam danos diretos às plantas através do contato de seus estiletes com as células do tecido vegetal (Moraes; Flechtmann, 1981). Os estiletes apresentam na secção transversal a forma de crescente e formam um canal alimentar com uma abertura na extremidade, que se une na região da base com a faringe e os dutos salivares. Os estiletes funcionam como uma estrutura penetrante, por meio da qual os ácaros depositam substâncias originadas das glândulas salivares nas células das folhas das plantas. Após a retirada dos estiletes, se alimentam através de sucção, dos fluidos que saem das células e deslocam-se para a região superficial das folhas. Os tetraniquídeos têm preferência pela parte abaxial das folhas (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024). Apesar das folhas serem a principal fonte de alimento dos ácaros, eles podem ser encontrados em frutas em situações de infestação elevada (De La Nappo, 2014).

Os tetraniquídeos são haplodiploides, os machos são originados através de partenogênese arrenótoca e as fêmeas de forma assexuada, com algumas exceções, que são produzidas por partenogênese telítoca (Heinrich, 1972; Norton *et al.*, 1993). Geralmente, a reprodução ocorre pela fertilização direta das fêmeas, característica observada na superfamília Tetranychidea, onde o esperma do macho é transferido diretamente para a fêmea, que produzirá machos e fêmeas. A transferência dos espermatozoides é realizada de forma de direta para o oóporo ou receptáculo de esperma da fêmea. Na família Tetranychidae, a transferência ocorre por meio do edeago (Hoy, 2011; Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024).

Várias espécies de Tetranychidae ovipositam entre fios de teia que tecem sobre a planta hospedeira, objetivando proteção contra predadores (Franco *et al.*, 2010; Paschoal, 1970). A produção de seda é a característica que deu origem ao nome comum desses ácaros, que são conhecidos como 'ácaros-aranha' e se tornou um auxílio para verificar a ocorrência de espécies nas plantas em situações de população alta (De La Nappo, 2014).

O ciclo de vida dos ácaros pertencentes a essa família, possui os seguintes estágios: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (Paschoal, 1970). Os ovos, geralmente são esféricos, ovóides ou semelhantes a uma moeda, ou ainda, globoso com a base achatada, de coloração esverdeada, verde intensa, alaranjada ou vermelha; a larva é hexapoda, subesférica, transparente e apresenta duas manchas

ocelares avermelhadas, a coloração muda de acordo com a alimentação; a protoninfa (e os demais estágios) é octópode, oval e maior em relação a larva e escurece de acordo com a alimentação; a deutoninfa apresenta tamanho superior ao da protoninfa e são verdes, em espécies que as fêmeas são verdes, em espécies de fêmeas vermelhas, são róseas (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024).

A família Tetranychidae apresenta dimorfismo sexual, sendo perceptível no estágio de deutoninfa, onde é possível identificar os indivíduos que irão dar origem às fêmeas e aos machos. As fêmeas são maiores que os machos e suas manchas ocelares são mais salientes. Os machos são menores e possuem opistossoma com extremidade mais afilada (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024).

As principais pragas da família, que estão distribuídas mundialmente pertencem aos seguintes gêneros: *Tetranychus*, *Eotetranychus*, *Oligonychus* e *Panonychus* (De La Nappo, 2014), sendo o principal representante da família é o gênero *Tetranychus* Dufour (Moraes; Flechtmann, 2008).

### **2.1.2 *Tetranychus neocaledonicus* André (1933)**

O gênero *Tetranychus* possui aproximadamente 150 espécies (Migeon; Dorkeld, 2025). Muitas espécies de ácaros do gênero *Tetranychus* são consideradas pragas agrícolas relevantes, por causarem danos a uma grande diversidade de culturas agrícolas, vegetais e ornamentais (Heinz-Castro *et al.*, 2021; Hu *et al.*, 2022; Marčić; Döker; Tsolakis, 2025). Esse gênero tem sido alvo de inúmeros estudos e possui espécies de pragas que estão distribuídas em todo o mundo (Ros; Breeuwer, 2007).

*Tetranychus neocaledonicus* possui coloração avermelhada na lateral do corpo e alaranjada no dorso-central. Se concentram na parte abaxial das folhas vegetais, ao longo da nervura central e das veias foliares, onde produzem as teias e depositam ovos (Gomes Neto *et al.*, 2019; Poderoso *et al.*, 2010). O ciclo biológico desses ácaros é composto pela fase de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (Gomes Neto *et al.*, 2017). Ao eclodir, a larva é hexápode, semelhante a uma esfera, e transparente, de acordo com a alimentação adquire coloração verde-clara e posteriormente verde-escura, e apresenta duas manchas ocelares; a protoninfa é octópode, característica presente nos estágios seguintes, possui formato ovalado, tamanho superior ao da larva e coloração mais escura de acordo com a alimentação;

a deutoninfa é ligeiramente maior do que a protoninfa, de cor rósea (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024).

*Tetranychus neocaledonicus* ocorre em mais de quinhentas espécies vegetais, incidindo em mais de cem tipos de cultivos, com potencial biótico em inúmeras plantas hospedeiras. Essa espécie causa prejuízos por reduzir a área fotossintética das plantas e causar desfolha através da sucção dos fluidos celulares das folhas (Migeon; Dorkeld, 2025; Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024; Singh; Singh 2021). Os ácaros utilizam o estilete para se alimentar, diante do ataque as plantas apresentam manchas inicialmente de coloração branca, posteriormente as manchas se tornam cloróticas de cor amarelada ou acinzentada, em seguida tais manchas se tornam prateadas, perdem a coloração esverdeada e há então a secagem e queda das folhas (Gomes Neto *et al.*, 2019; Singh; Singh, 2021). As manchas aparecem devido à sucção do conteúdo das células epidérmicas pelos ácaros, que se alimentam cerca de 1 a 2 minutos em um ponto, seguindo para outro após esse período (Singh; Singh, 2021).

Segundo Flechtmann e Moraes (2017), *T. neocaledonicus* já foi relatado hospedando dezenas de plantas no Brasil, em vários estados brasileiros. E de acordo com o estudo de Briozo *et al.* (2023), em condições laboratoriais, o ácaro apresentou um bom potencial reprodutivo na cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Dentre as quatro culturas estudadas, foi atribuída maior fecundidade ao feijão-caupi; a cultura ocupou o segundo lugar referente aos maiores períodos de longevidade e oviposição e maiores taxas líquidas de reprodução. Essas características indicam que o ácaro apresenta alto potencial de se tornar praga na cultura do feijão-caupi.

### **2.3 Resistência de plantas**

A resistência de uma planta é resultante de suas características hereditárias, que em comparação com outras plantas, são menos danificadas em uma mesma condição (Baldin; Vendramim; Lourenção, 2019; Kumari *et al.*, 2022; Stenberg; Muola, 2017). A resistência é considerada relativa, tendo em vista, a determinação por comparação, onde genótipos mais afetados são denominados suscetíveis e os menos afetados são considerados resistentes (Bastos *et al.*, 2015). As espécies vegetais cultivadas contêm inúmeras características naturais que podem conferir a

elas proteção fitossanitária (Peterson *et al.*, 2016). Além disso, podem responder de maneira diferente de acordo com a praga, o que varia com a espécie, subespécie e fase de desenvolvimento (Santamaria *et al.*, 2018). As defesas mediante a ocorrência de pragas podem ser de forma direta ou indireta (Santamaria *et al.*, 2020).

A seleção de plantas resistentes para o manejo de ácaros-praga é uma prática vantajosa, pois é fácil de ser adotada, específica, de baixo custo e que não causa danos ao meio ambiente, além de permitir que sejam empregadas outras táticas, etc (Liang *et al.*, 2025; Mookiah *et al.*, 2021). Os mecanismos de resistência das plantas respondem aos ácaros e outros fitófagos a fim de interromper, inibir ou causar a morte das pragas, impedindo sua alimentação e mitigando os prejuízos causados pelos herbívoros (Blaazer *et al.*, 2018). Dentre as causas da resistência, estão características físicas e estruturais, como os tricomas, e características bioquímicas, como os metabólitos secundários, que afetam diretamente os organismos fitófagos (Demis, 2024; Fávaro *et al.*, 2022).

Características estruturais/físicas, como tricomas e cutículas cerosas, funcionam como barreiras que impedem que o artrópode-praga se fixe e se reproduza na planta hospedeira, a utilizando como abrigo e alimento e para sua reprodução com postura de ovos (Mookiah *et al.*, 2021). Na atualidade, novas percepções relacionadas à defesa das plantas frente a artrópodes fitófagos têm sido obtidas, por exemplo, a aptidão de moléculas vegetais a serem utilizadas no manejo de pragas (Santamaria *et al.*, 2018). Os metabólitos secundários produzidos pelas espécies vegetais são também componentes relevantes na defesa das plantas (Luo *et al.*, 2023). A composição química das plantas pode apresentar compostos capazes de causar efeitos adversos aos artrópodes, elevando a resistência das culturas (Mookiah *et al.*, 2021).

Referente a resistência a artrópodes, geralmente é estudada a resistência por antibiose e por antixenose (Oki *et al.* 2017). Outro tipo de avaliação da resistência de uma planta a uma praga, é o estudo dos parâmetros populacionais do artrópode-praga na espécie hospedeira (França *et al.*, 2018; Rashid *et al.*, 2024). Tais parâmetros podem ser obtidos por meio das tabelas de vida e fertilidade (Da Silva *et al.*, 2018).

Numerosos estudos, têm avaliado os tipos de resistência de plantas contra insetos e ácaros, assim como determinando os diferentes níveis de resistência entre

genótipos (França *et al.*, 2018; González *et al.*, 2024; Resende *et al.*, 2020; Sierra-Monroy *et al.*, 2021). O estudo, identificação e caracterização de genótipos que possuem resistência ao ataque de pragas, é essencial para a utilização adequada dos genótipos nos programas de melhoramento genético (Celin *et al.*, 2017).

### **2.3.1 Resistência por antibiose e antixenose**

A resistência de plantas pode ser do tipo antibiose, caracterizada pelos efeitos ou alterações negativas que a planta causa sobre a biologia do herbívoro à medida que se alimenta da planta hospedeira, o que caracteriza a qualidade da planta como alimento. E na resistência do tipo antixenose, também denominada de não-preferência, a planta afeta o comportamento da praga, reduzindo a aptidão do herbívoro (Painter, 1958; Stenberg; Moula, 2017). As alterações causadas por uma planta resistente são oriundas da composição química e das características físicas e morfológicas das espécies vegetais (Peterson; Varella; Higley, 2017; Stenberg; Moula, 2017).

No estudo da resposta das plantas a herbívoros, comumente são estudados os mecanismos de antibiose e antixenose. Para avaliar a resposta das plantas, são estudados parâmetros da praga na planta hospedeira, dentre eles: população, taxas de sobrevivência, desenvolvimento e oviposição (Sperotto *et al.*, 2018). Pois, uma planta que apresenta resistência contra um determinado herbívoro, é capaz de causar mitigação no vigor, crescimento, peso, potencial reprodutivo e na sobrevivência, com mortalidade nos estágios imaturos, além disso, pode causar deformações, alterações no período de desenvolvimento, com o ciclo de vida sendo prolongado e redução da fertilidade (Panda; Khush, 1995; Smith, 2005).

A resistência por antibiose exerce efeito adverso sobre a sobrevivência e reprodução da praga, seja de forma direta ou indireta, afetando os parâmetros biológicos (Mookiah *et al.*, 2021; Panda; Khush, 1995; Smith, 2005). Antixenose é a influência direta de características da planta no comportamento da praga, o que está relacionado a utilização da planta hospedeira pelo herbívoro como abrigo, para alimentação e oviposição (Mookiah *et al.*, 2021). As plantas produzem estímulos elaborados como os metabólitos secundários que podem influenciar na seleção da planta pelos artrópodes, que são os semioquímicos (Lara, 1991). As especificidades

da cutícula da planta e dos tricomas, geralmente estão associados à resistência de plantas a pragas, assim como a cera da superfície foliar, dureza de tecidos, entre outras características (Demis, 2024; Zeist *et al.*, 2021).

A partir da interação da planta hospedeira com um organismo praga, a preferência ou não-preferência da praga será determinante para caracterizar a planta como resistente ou suscetível. A oviposição é essencial no estabelecimento da praga, crescimento populacional e infestação. Quando há interferência da planta hospedeira no processo de oviposição, tem-se um efeito adverso sobre o aumento populacional (War *et al.*, 2017). O que acarretará na escolha de uma planta alternativa pelo herbívoro (Seki, 2016). Entretanto, quando a superfície da planta é adequada para a postura de ovos, garante a alta sobrevivência e desenvolvimento da população (War *et al.*, 2017).

No estudo de França *et al.* (2018), a partir da averiguação da resistência de diferentes genótipos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) ao ácaro *T. neocaledonicus*, foi possível estabelecer genótipos resistentes que apresentaram combinação de resistência, apresentando resistência por antibiose e por antixenose. Já Shoorooei *et al.* (2018) ao investigar a resistência de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) frente a *T. urticae*, obteve genótipos resistentes por antibiose e genótipos resistentes por antixenose, sem encontrar uma combinação de resistência entre os genótipos estudados. Sendo assim, torna-se relevante o estudo de diferentes tipos de resistência presentes em um genótipo.

As espécies vegetais podem apresentar diferentes tipos de resistência, estudos com ácaros do gênero *Tetranychus* têm sido desenvolvidos para avaliar resistência por antibiose e antixenose. Treviño-Barbosa *et al.* (2022) avaliaram a resistência de sete espécies de plantas hospedeiras de diferentes famílias à *Tetranychus merganser* Boudreaux, onde acótopo (*Thevetia ahouai* (L.) A. DC.), barreta (*Helietta parviflora* (Cinza) Benth) e flor de laranjeira chinesa (*Pittosporum tobira* (Thunb.) W. T. Aiton) apresentaram resistência por antibiose e antixenose. Sendo então sugerido o estudo dessas espécies como alternativas no manejo do ácaro-praga. Terenciano *et al.* (2025) estudaram a resistência de acessos de tomate (*Solanum lycopersicum*) a *T. urticae*, onde identificaram 4 acessos com resistência por antixenose (HGBs-327, 813, 2119, e 2123). Diferentes hospedeiros podem afetar diferentes características dos ácaros, assim, é relevante o estudo dos tipos de resistência presentes em diferentes genótipos.

### 2.3.2 Tabela de vida de fertilidade

As tabelas de vida de fertilidade apresentam estimativas do crescimento populacional de um organismo com base em dados referentes a sua fertilidade e sobrevivência. São frequentemente empregadas e essenciais em estudos que visam compreender o desenvolvimento e a dinâmica da população de uma espécie (Southwood, 1978; Herrero *et al.*, 2018). Uma vez que aferir e compreender o comportamento de determinada população de espécies é primordial para o desenvolvimento de investigações teóricas e aplicações no ramo da Ecologia de Populações (Rockwood, 2015).

As tabelas de vida são influenciadas pelas condições e variações ambientais (Baser *et al.*, 2025; Erguler *et al.*, 2022; Ndjomatchoua *et al.*, 2024). Portanto, diferentes populações de uma mesma espécie demonstram parâmetros populacionais distintos quando submetidas a condições ambientais diferentes. Os parâmetros populacionais estabelecidos pelas tabelas de vida de fertilidade descrevem as taxas de sobrevivência e mortalidade específicas à idade e refletem o potencial máximo de crescimento da população de uma praga (Herrero *et al.*, 2018).

Esses parâmetros são obtidos a partir de dados experimentais (brutos), que incluem diversas informações, por exemplo: duração de cada estágio do ciclo de vida, fecundidade diária e fecundidade por fêmea e sobrevivência (Rossini *et al.*, 2024). A taxa líquida de reprodução, a taxa intrínseca de aumento e o tempo médio de uma geração estão entre os principais parâmetros estimados pelas tabelas de vida de fertilidade (Chacón-Hernández *et al.*, 2025).

Nere *et al.* (2021) identificaram um genótipo de *P. vulgaris* (IFCE-090-R) que apresentou potencial como uma fonte de resistência por antibiose a *T. neocaledonicus*, o genótipo influenciou os parâmetros da tabela de vida do ácaro, provocando a menor taxa líquida de reprodução e menor taxa intrínseca de crescimento. Karlec *et al.* (2017), a partir da tabela de vida e fertilidade de *T. urticae*, identificaram cultivares de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) que são menos favoráveis ao desenvolvimento do ácaro, assim como cultivares que são mais favoráveis. Vários estudos utilizaram as tabelas de vidas para avaliação de plantas a ácaros (França *et al.*, 2018; Golizadeh *et al.*, 2017; Kumral *et al.*, 2018). O que

ressalta a importância das tabelas de vida e fertilidade no estudo da resistência de plantas a pragas ou potenciais pragas.

## 2.4 Acaricidas naturais

O emprego demasiado de produtos sintéticos gera diversos impactos negativos ao meio ambiente, dentre eles, a resistência de pragas aos produtos, poluição da natureza e afeta a saúde dos seres humanos e animais (Habashy; Abou El Atta; Saleh, 2023; Ismail, Keratum, El-Hetawy, 2022). Porém, o controle químico, atualmente, ainda tem sido considerado um método essencial no controle de ácaros-praga. Os acaricidas químicos são definidos como produtos específicos utilizados no controle de ácaros (Leeuwen *et al.*, 2015). A poluição da natureza e a longevidade dos produtos químicos no ambiente têm influenciado a demanda crescente por ferramentas mais seguras em relação ao uso de acaricidas (Zhou *et al.*, 2019). Com isso, tem se elevado com frequência a busca por produtos alternativos para o MIP, como os produtos de origem vegetal (Ismail; Keratum; El-Hetawy, 2022).

Diante disso, é fundamental pesquisas sobre a toxicidade de produtos naturais, a fim de obter acaricidas naturais e seletivos que apresentem segurança para todo ser vivo e para o ambiente. Pois, existe a possibilidade de obter compostos de origem natural que sejam funcionais frente ao mesmo alvo em que se utiliza um produto químico sintético (Leeuwen *et al.*, 2015). As pesquisas voltadas à composição presente em espécies vegetais são relevantes para conhecimento do potencial dos compostos a serem utilizados como novas alternativas no manejo de artrópodes-praga (Souza *et al.*, 2022).

Segundo Ayres *et al.* (2020) os pesticidas naturais têm dentre os seus principais componentes, compostos oriundos de espécies vegetais, que são incorporados n soluções seguras, sendo estas capazes de contribuir na produção alimentícia de forma mais saudável. Entre as principais vantagens desses produtos, estão a baixa ou ausência de toxicidade ao ser humano, ao meio ambiente, a mamíferos e organismos não-alvos, o controle eficiente de pragas, boa disponibilidade e baixo custo (Daraban; Hlihor; Suteu, 2023; Marrone, 2019).

Com o objetivo de mitigar o uso de produtos sintéticos e conservar a natureza e a sua biodiversidade, as pesquisas têm procurado ferramentas para refrear os

danos causados por ácaros, como *T. urticae* (Jakubowska *et al.*, 2022; Rincón; Rodríguez; Coy-Barrera, 2019). Entre as ferramentas naturais estudadas para o controle de ácaros está a utilização de extratos e OEs (An; Tak, 2022; Musa *et al.*, 2017; Ogayo *et al.*, 2019; Zhu *et al.*, 2024). Os OEs são compostos naturais presentes nas plantas que atuam na defesa, constituídos por monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, substâncias que atuam como protetores, com efeito repelente e tóxico contra fitófagos (Manu; Schilling; Phillips, 2021).

#### **2.4.1 OEs e o potencial como acaricidas**

Os OEs são substâncias originadas do metabolismo secundário das espécies vegetais que possuem como características a volatilidade, e apresentam aromas, odores e sabores intensos, que podem remeter a uma planta específica (Koul; Wala; Dhaliwal, 2008). Essas são características que dependem do tipo e da quantidade dos compostos constituintes dos óleos (Dhama *et al.*, 2023; Tongnuanchan; Benjakul, 2014). A composição dos OEs varia e são influenciadas pela espécie vegetal, habitat, a época da coleta do material vegetal, tipo de extração e método empregado para caracterização química (Zhou *et al.*, 2019). Os OEs podem ser extraídos de diversas partes de uma planta. São inúmeras as plantas que possuem óleo essencial, essas podem divergir entre si quanto a parte considerada como principal fonte do óleo essencial (OE), podendo ser raízes, cascas, folhas, flores, frutos, sementes, etc (Dhama *et al.*, 2023; Tongnuanchan; Benjakul, 2014).

Muitos estudos têm averiguado as propriedades que os OEs possuem e estes têm revelado potencialidades relevantes (Dhama *et al.*, 2023). Os OEs contêm princípios ativos que atuam na defesa das plantas e vem sendo muito explorados por serem viáveis, eficientes, seguros para a natureza e a saúde do ser humano, além disso, apresentam propriedades capazes de possibilitar a produção de bioinseticidas, devido a ação repelente sobre pragas e atração de inimigos naturais das pragas, atingindo o desenvolvimento, hábito alimentar e sistema nervoso da praga (Isman, 2020).

Os OEs são aptos para manejo de ácaros, pois desacelera o desenvolvimento de resistência dos ácaros, quando comparados com os acaricidas sintéticos (Tong *et al.*, 2013). Além de não apresentarem toxicidade sobre mamíferos e organismos não-alvo, como os inimigos naturais das pragas (Turchen *et al.*, 2016). Assim, é

importante a compreensão do potencial específico de cada constituição e suas relações voltadas ao efeito tóxico. Tais características são essenciais para que os OEs possam ser utilizados e garantir que os biopesticidas originados a partir de OEs sejam de qualidade (Wu *et al.*, 2017).

Diversos estudos com óleos essenciais sugerem que esses produtos naturais representam uma fonte viável para o controle alternativo de ácaros fitófagos, em especial sobre os representantes do gênero *Tetranychus* Dufour (Ataide *et al.*, 2018; Briozo *et al.*, 2022; Bueno *et al.*, 2024; Mohamed *et al.*, 2017, 2021).

#### **2.4.2 *Ageratum* sp.**

*Ageratum* é um gênero que pertence à tribo Eupatorieae e a família Asteraceae (Gill; Garg, 2016; Qiao; Chen; Wang, 2019). Engloba espécies consideradas oriundas da América Central, ponto inicial da distribuição das espécies pelas Américas, sendo utilizadas como plantas ornamentais. Na Europa as espécies também foram introduzidas como ornamentais, sendo utilizadas em jardins. Em seguida, as plantas passaram a ser pantropicais. A denominação do gênero vem do grego *a* (=não) e *geras* (=velhice) que faz referência a duração das flores das plantas (Johnson, 1971).

Dentre as particularidades do gênero, estão: ausência de corola de coloração amarelada e flores não dispostas em raio, a corola apresenta variação na coloração, com tons de azul, lavanda ou branco. As espécies de *Ageratum* também são caracterizadas pelo odor forte e singular que se assemelha ao mal cheiro de cabras. Alguns dos nomes populares dessas plantas fazem referência a esse aspecto, sendo conhecidas, por exemplo, como erva-de-cabra e erva-de-billy-goat (Gill; Garg, 2016).

Segundo o estudo de Nahdloh *et al.* (2022), as espécies de *Ageratum* têm muitas similaridades morfológicas, com muitas características semelhantes nos caules, folhas e flores. No entanto, a coloração das flores pode auxiliar na distinção de espécies. O gênero possui plantas que crescem de forma rápida, são consideradas plantas invasoras e podem causar problemas em diversas situações (Baral *et al.*, 2022). Entretanto, é considerado um gênero relevante para medicina popular (Gill; Garg, 2016).

O OE e extrato vegetal de algumas espécies de *Ageratum* têm demonstrado atividades biológicas contra artrópodes-pragas, com potencial acaricida e inseticida. O OE de *Ageratum conyzoides* L. mostrou efeito acaricida sobre *T. urticae* (Prasannakumar *et al.*, 2025). E atividade inseticida contra *Rhipicephalus microplus* (Rosário *et al.*, 2023). O extrato de *A. conyzoides* apresenta potencial inseticida, com atividade tóxica e repelente frente a *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae), variando de acordo com a concentração, além da capacidade de reduzir significativamente a emergência de larvas (Widiyaningrum *et al.*, 2023). Extratos de diversas partes de *Ageratum houstonianum* Mill. mostraram-se capazes de repelir, impedir a alimentação e matar larvas de *Culex pipiens* (Hadidy *et al.*, 2022). O extrato de *Ageratum fastigiatum* (Gardner) RM King & H. Rob., possui propriedades inseticidas sobre *Rhodnius prolixus* (Avelar-Freitas *et al.*, 2013).

#### **2.4.3 Alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.)**

O gênero *Ocimum* pertence à família Lamiaceae e é considerado um gênero grande, composto por mais 160 espécies que estão presentes por todo o mundo nas regiões temperadas (Hussain *et al.*, 2017). A espécie *O. gratissimum* L. é uma planta herbácea, de caule macio e flexível e é oriunda de regiões tropicais, savanas e costeiras (Onyebuchi; Kavaz, 2019).

Possui ocorrência comum no continente Africano, Asiático e Americano, especificamente na América do Sul (Mohr *et al.*, 2017). A espécie possui vários nomes comuns, dentre eles, 'cravo-da-índia', 'alfavaca' e 'manjeriço'. É uma planta que tem importância devido seu potencial aromático e medicinal (Pereira *et al.*, 2014; Pandey, 2017) e que ao longo do tempo, em vários países, vêm sendo cultivada com essas finalidades (Avetisyan *et al.*, 2017). Sua ocorrência pode ser espontânea assim como por meio de cultivos em diversas regiões tropicais e subtropicais do mundo (Pandey, 2017).

*Ocimum gratissimum* possui de 1 a 3 cm de altura, o caule é ereto, possui ramificações formato redondo-quadrangular, as folhas opostas, finas e marginalizadas (Ugbogu *et al.*, 2021). É uma planta perene e suas folhas são consideradas grandes quando comparadas a outras espécies do mesmo gênero. A floração ocorre de agosto a dezembro, produzem sementes em grande quantidade, porém de tamanho diminuto, e a temperatura ideal para germinação das sementes é

de 20 a 25 °C. Solos franco-arenosos são ideais para o desenvolvimento da espécie, no entanto, o desenvolvimento em solos com pH de 7,5 têm sido satisfatórios (Saran *et al.*, 2023).

As folhas de alfavaca são utilizadas para produzir suco, que é utilizado no tratamento de doenças, como cefaléia, dor de cabeça, febre, desnutrição e outras. Já as flores, têm utilidade aromática, sendo usadas em inúmeros tipos de alimentações (Ugbogu *et al.*, 2021). As plantas pertencentes ao gênero *Ocimum* representam plantas abundantes na produção de óleo essencial (Avetisyan *et al.*, 2017). Uma das características relevantes da alfavaca, é a produção de óleo essencial, que apresenta composição química muito diversificada (Pandey, 2017).

Considerada uma espécie rica em óleos essenciais com diversidade de compostos, a alfavaca tem como compostos majoritários o timol e o eugenol, compostos com propriedades antioxidantes similares aos taninos, auronas, flavanonóis, alcalóides, terpenos, etc. (Costa, 2018). Os constituintes dos óleos essenciais dessa espécie estão entre os compostos alvos de estudos químicos, especialmente os monoterpenos, seguidos dos sesquiterpenos. O fenilpropanóide eugenol tem sido um dos mais encontrados na caracterização química do óleo essencial da espécie (Vilanova; De Moura; Moraes, 2018).

O OE é comumente extraído das folhas e da copa em floração. Vários estudos relacionados às propriedades desse óleo essencial e de seus componentes vêm sendo publicados, demonstrando a atividade antimicrobiana e antioxidante (Avetisyan *et al.*, 2017). O OE possui também efeito repelente sobre pragas agrícolas, como os ácaros. Bezerra *et al.* (2019) constataram efeito repelente do OE de *O. gratissimum* sobre adultos de *Tetranychus ludeni* Zacher e sugerem que os compostos secundários encontrados nas folhas sejam responsáveis pelo efeito sobre os ácaros. Assim, o OE de *O. gratissimum* pode ser promissor no manejo de outras espécies de *Tetranychus*.

#### **2.4.4 Mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.)**

*Chenopodium ambrosioides* é uma espécie vegetal nativa da América do Sul (Ávila-Blanco *et al.*, 2014). É um arbusto de caule flexível, conhecido como mastruz ou erva-de-Santa-Maria no Brasil, podendo variar de acordo com a região, e por outros nomes em outros países do continente americano, como minhoca americana

e 'epazote' (Pereira *et al.*, 2010; Rios *et al.*, 2017). Sua ocorrência é mundial e seu desenvolvimento pode ser perene ou anual (Frankenberger *et al.*, 2018).

O Mastruz está entre as ervas mais estimadas pela população. A espécie faz parte da família *Amaranthaceae* e é amplamente distribuída no Brasil (Carneiro *et al.*, 2024; Rios *et al.*, 2017). O uso de mastruz no Brasil é bem difundido e a espécie possui potencial biológico promissor (Pereira *et al.*, 2010). A Organização Mundial da Saúde (OMS) classifica a planta dentre as mais empregadas em questões medicinais em todo o mundo (Rios *et al.*, 2017). São inúmeros e significativos os efeitos medicinais positivos oriundos de *C. ambrosioides* (Ogunleye; Fagbohun; Babalola, 2020). São relevantes suas propriedades farmacológicas (Anifowose *et al.*, 2023).

Dentre os compostos químicos presentes no OE de mastruz, o terpeno majoritário é o ascaridol, encontrado na parte aérea e nas sementes da planta, devido o efeito repelente e inseticida, este composto vem sendo bastante estudado (Frankenberger *et al.*, 2018). O óleo essencial apresenta potencial acaricida sobre *T. urticae*, provocando mortalidade e reduzindo a fecundidade de fêmeas adultas (Loyola-Zapata *et al.*, 2024; Souza *et al.*, 2015). E atividade repelente significativa (Loyola-Zapata *et al.*, 2024).

## **2.5 Manejo Integrado de Pragas (MIP)**

O MIP consiste na integração de medidas seguras, viáveis e eficientes para o controle de pragas na agricultura, possibilitando a mitigação da dependência dos produtos químicos. O MIP tem como finalidade gerenciar populações de pragas a níveis incapazes de causar prejuízos econômicos nos cultivos agrícolas e não extinguir as populações de pragas (Karlsson Green; Stenberg; Lankinen, 2020; Zhou *et al.*, 2024). O MIP contém diversas vantagens, pois promove o equilíbrio, preservação e cria um agroecossistema sustentável, além de manter a biodiversidade. Para que isso ocorra, são integradas medidas preventivas, culturais, biológicas e químicas. Com a integração dos diferentes métodos que compõem o MIP, tem-se como resultado a diminuição dos prejuízos originados pelas pragas e doenças e dos custos para produzir (Zhou *et al.*, 2024). Portanto, o MIP é amplo e adaptável às mais diversas condições agrícolas e as especificidades de cada região de cultivo.

Dentre as medidas utilizadas para o controle de pragas, o controle químico é a prática mais comum, o que ressalta a importância de integrar medidas e assim prevenir o uso exacerbados desses produtos (Baker; Green; Loker, 2020; Dara; Rodriguez-Saona; Morrison III, 2023). Os agroquímicos utilizados no controle de pragas, doenças e plantas daninhas podem causar danos ao meio ambiente, ao ser humano e aos organismos benéficos, além disso aumenta os custos da produção (Dara; Rodriguez-Saona; Morrison III, 2023; Ranaved *et al.*, 2023). O uso constante de pesticidas químicos pode torná-los ineficientes, devido à indução de resistência (Koski *et al.*, 2021). Sendo indispensável a aplicação de medidas alternativas e menos danosas, a fim de garantir a produção de alimentos no mundo (Horas *et al.*, 2018; Koski *et al.*, 2021).

A resistência de plantas a pragas e doenças está dentre as práticas utilizadas no MIP (Mouden; Leiss, 2021). A adoção de genótipos resistentes não traz impactos negativos em relação à integração de outras medidas de controle. Além disso, o emprego da tática reduz a população da praga abaixo do nível de dano econômico de forma segura para as plantas e para os produtores (Vendramim; Rosales, 2019). Plantas resistentes são capazes de influenciar a preferência, potencial biótico e alimentação de uma praga (Mouden; Leiss, 2021).

O uso de pesticidas de origem vegetal também é uma prática compatível com o MIP. É uma tática vantajosa e apresenta a possibilidade de aplicação em integração com outras táticas de manejo, o que é essencial para o MIP (Rincón; Rodríguez; Coy-Barrera, 2019). Produtos de origem natural são uma ótima alternativa na mitigação de produtos sintéticos, assim, contribuem na redução de problemas ao ser humano e ao meio ambiente (Koul; Walia; Dhaliwal, 2008). Ao longo dos anos, foram numerosos os estudos sobre a utilização de OEs na agricultura desenvolvida de forma sustentável (Werrie *et al.*, 2020). Os OEs podem apresentar efeitos direcionados, sendo assim, são adaptáveis ao MIP (Koul; Walia; Dhaliwal, 2008).

## **2.6 Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp)**

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) é uma espécie da família Fabaceae, nativa da África Central e de ciclo anual (Gupta *et al.*, 2019). Possui cinco

grupos de cultivares: Unguiculata, Sesquipedalis, Textilis, Biflora e Melanophthalmus (Boukar *et al.*, 2018).

O cultivo de feijão-caupi ocorre em regiões diversas, como regiões tropicais, secas e temperadas quentes (Affrifah; Phillips; Saalia, 2021). A cultura está entre as mais importantes dentro dos sistemas de cultivos da região Nordeste do Brasil (Marinho *et al.*, 2017). É uma cultura de fácil adaptação às mudanças climáticas e a diferentes condições ambientais, inclusive a locais considerados inadequados para outras espécies de fabáceas, isso está associado a capacidade de suportar calor e à seca (Awika; Duodu, 2018). O cultivo se dá sobretudo pela riqueza de proteínas presente nos grãos, variedades melhoradas apresentam de 20 a 25% de proteínas em peso seco (Boukar *et al.*, 2018). Na safra 2023/24 a produção de feijão-caupi no Brasil foi de 647,1 mil toneladas, com produtividade média de 507 kg/ha (Conab, 2025).

O feijão-caupi tem sido reconhecido como uma fonte alimentar sustentável e segura para o ser humano, devido a vantagens como a resiliência e fácil adaptação, além da qualidade nutricional (Shevkani *et al.*, 2025). Outras vantagens apresentadas pela cultura, são: fixação de nitrogênio, promove o acúmulo de matéria orgânica, auxilia na melhora da fertilidade e das características físicas do solo (Silva *et al.*, 2018), os grãos são fontes de compostos bioativos nutricionais para seres humanos e animais (Murga-Orrillo; Gonzales; López, 2024).

Os grãos de feijão-caupi possuem características diversas, como cores e textura de casca variadas, a coloração dos grãos varia entre branca, creme, vermelha, preta, manchada e outras, enquanto a casca pode ser espessa e solta, espessa e aderente, delgada, rugosa e aderente. Essas características, dependendo da região, podem ser determinantes na comercialização e consumo (Affrifah; Phillips; Saalia, 2021; Boukar *et al.*, 2018).

O rendimento de feijão-caupi pode ser reduzido por fatores abióticos e bióticos. A resistência de feijão-caupi a pragas está entre as características estudadas a fim de melhorar variedades por meio do melhoramento genético e limitar a queda de rendimentos na cultura (Boukar *et al.*, 2018, 2020). Características genéticas de resistência presentes no feijão-caupi podem ser aperfeiçoadas a fim de melhorar os mecanismos de defesa das plantas, diminuindo o uso exclusivo de produtos químicos e promovendo a sustentabilidade (Kim *et al.*, 2024).

## REFERÊNCIAS

AFFRIFAH, N. S.; PHILLIPS, R. D.; SAALIA, F. K. Cowpeas: Nutritional profile, processing methods and products—A review. **Legum Sci**, v. 4, n. 3, p. e131, 2022. <https://doi.org/10.1002/leg3.131>.

AL-AZZAZY, M. M.; GHANI, S. B. A. Field evaluation of the efficacy of copper nanoparticles against mites associated with orange trees. **Braz J Biol**, v. 84, p. e270451, 2023. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.270451>.

ALIMI, D. *et al.* *Pistacia lentiscus* essential oil and its pure active components as acaricides to control *Dermanyssus gallinae* (Acari: Mesostigmata). **Vet Parasitol**, v. 322, p. 110028, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.110028>.

ANIFOWOSE, L. O. *et al.* Molecular docking appraisal of *Dysphania ambrosioides* phytochemicals as potential inhibitor of a key triple-negative breast cancer driver gene. **In Silico Pharmacol**, v. 11, n. 1, p. 15, 2023. <https://doi.org/10.1007/s40203-023-00152-6>.

AN, H.; TAK, J-H. Miticidal and repellent activity of thirty essential oils and their synergistic interaction with vanillin against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Ind Crops Prod**, v. 182, p. 114872, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114872>.

ATAIDE, J. O. *et al.* Avaliar a atividade acaricida dos óleos essenciais de *Zingiber officinale* e *Rosmarinus officinalis* por fumigação sobre fêmeas de *Tetranychus urticae*. **Acta Ambient Catarin**, v. 15, n. 1/2, p. 57-65, 2018. <https://doi.org/10.24021/raac.v15i1/2.5100>.

AVELAR-FREITAS, B. A. *et al.* The effect of *Ageratum fastigiatum* extract on *Rhodnius nasutus*, vector of Chagas disease. **Rev Bras Farmacogn**, v. 23, n. 2, p. 366-369, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000139>.

AVETISYAN, A. *et al.* Chemical composition and some biological activities of the essential oils from basil *Ocimum* different cultivars. **BMC Complement Altern Med**, v. 17, n. 60, p. 1-8, 2017. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1587-5>.

ÁVILA-BLANCO, M. E. *et al.* Amoebicidal activity of essential oil of *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants in an amoebic liver abscess hamster model. **BMC Complement Altern Med**, v. 2014, n. 1, p. 930208, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/930208>.

AWIKA, J. M.; DUODU, K. G. Bioactive polyphenols and peptides in cowpea (*Vigna unguiculata*) and their health promoting properties: A review. **J Funct Foods**, v. 38, p. 686-697, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.12.002>.

AYINDE, B. A. *et al.* Bioacaricidal effects of three volatile oils on cattle ticks. **JPB**, v. 19, n. 2, p. 58-65, 2022. <https://dx.doi.org/10.4314/jpb.v19i2.2>.

AYRES, M. I. da C. *et al.* **Defensivos Naturais**: Manejo alternativo para "pragas" e doenças. Manaus: Editora INPA, 2020. 32 p.

BAKER, B. P.; GREEN, T. A.; LOKER, A. J. Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. **Biol Control**, v. 140, p. 104095, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104095>.

BALDIN, E. L. L., VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, J. D. **Resistência de plantas a insetos**: fundamentos e aplicações, Piracicaba, São Paulo: FEALQ, 2019. p. 435-472.

BARAL, D. *et al.* *Ageratum conyzoides*: a potential source for medicinal and agricultural products. **TURJAF**, v. 10, n. 12, p. 2307-2313, 2022. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i12.2307-2313.5146>.

BASER, N. *et al.* Thermal development, mortality, and fertility of an Apulian strain of *Drosophila suzukii* at different temperatures. **Insects**, v. 16, n. 1, p. 60, 2025. <https://doi.org/10.3390/insects16010060>.

BASHA, H. A.; MOSTAFA, E. M.; ELDEEB, A. M. Mite pests and their predators on seven vegetable crops (Arachnida: Acari). **Saudi J Biol Sci**, v. 28, n. 6, p. 3414-3417, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.03.004>.

BASTOS, C. S. *et al.* Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP. In: VISOTTO, L. E. *et al.* **Avanços tecnológicos aplicados à pesquisa na produção vegetal**. Rio Paranaíba, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, 2015. p. 31-72.

BEZERRA, Y. B. de S. *et al.* Atividade acaricida de óleos essenciais sobre *Tetranychus ludeni* (Zacher)(Acari: Tetranychidae) em duas cultivares de algodoeiro. **Nativa**, v. 7, n. 5, p. 469-477, 2019. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i5.7225>.

BLAAZER, C. J. H. *et al.* Why do herbivorous mites suppress plant defenses?. **Front Plant Sci**, v. 9, p. 1057, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01057>.

BOLOURI, P. *et al.* Applications of essential oils and plant extracts in different industries. **Molecules**, v. 27, n. 24, p. 8999, 2022. <https://doi.org/10.3390/molecules27248999>.

BOUKAR, O. *et al.* Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. **Plant breed**, v. 138, n. 4, p. 415-424, 2018. <https://doi.org/10.1111/pbr.12589>.

BOUKAR, O. *et al.* Introgression breeding in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Front Plant Sci**, v. 11, p. 567425, 2020. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.567425>.

BRIOZO, M. E. O. *et al.* Biology and life table of *Tetranychus neocaledonicus* André (1933)(Acari: Tetranychidae) in different hosts. **Syst Appl Acarol**, v. 28, n. 3, p. 497-507, 2023. <https://doi.org/10.11158/saa.28.3.7>.

BRIOZO, M. E. O. *et al.* Lethal and sublethal effects of essential oils on *Tetranychus neocaledonicus* (Acari: Tetranychidae). **Syst Appl Acarol**, v. 27, n. 12, p. 2597-2617, 2022. <https://doi.org/10.11158/saa.27.12.11>.

BUENO, J. M. *et al.* Controle populacional do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) coletado em lúpulo. **Rev Thema**, v. 23, n. 2, p. 450-462, 2024. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.V23.2024.450-462.3586>.

CARNEIRO, D. T. O. *et al.* *Chenopodium Ambrosioides* Linn Mitigates Bone Loss in Rats with Periodontitis. **J Dent**, v. 25, n. 1, p. 59, 2024. <https://doi.org/10.30476/dentjods.2023.95767.1891>.

CARVALHO, N. L. de.; BARCELLOS, A. L. de.; BUBANS, V. E. Ácaros fitófagos em plantas cultivadas e os fatores que interferem em sua dinâmica populacional. **RTC**, v. 7, p. 04-17, 2019.

CATANI, L. *et al.* Essential oils and their applications in agriculture and agricultural products: A literature analysis through VOSviewer. **Biocatal Agric Biotechnol**, v. 45, p. 102502, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102502>.

CELIN, E. F. *et al.* New sources of resistance to leafminers (*Liriomyza sativae*) in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. **Genet Mol Res**, v. 16, n. 2, p. 1-12, 2017. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16029561>.

CHACÓN-HERNÁNDEZ, J. C. *et al.* Comparative Study of the Biological and Life Table Parameters of Two Spider Mite Pest Species, *Tetranychus merganser* Boudreaux and *Oligonychus punicae* Hirst (Trombidiformes: Tetranychidae), on *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae). **Agriculture**, v. 15, n. 7, p. 700, 2025. <https://doi.org/10.3390/agriculture15070700>.

CHAIRES-GRIJALVA, M. P.; SERRANO-DOMÍNGUEZ, A. K.; CORONADO-BLANCO, J. M. Mites associated with maize in Mexico. **Rev Mex Cienc Agríc**, v. 12, n. 8, p. 1497-1510, 2021. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2718>.

CHEN, Z. *et al.* Advancements in Life Tables Applied to Integrated Pest Management with an Emphasis on Two-Sex Life Tables. **Insects**, v. 16, n. 3, p. 261, 2025. <https://doi.org/10.3390/insects16030261>.

COSTA, J. C. Óleo essencial de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.) como aromatizante em bebidas alcoólicas formuladas. **Rev Bras Plantas Med**, v. 20, n. 4, p. 368-376, 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira - grãos: oitavo levantamento, agosto 2025 - safra 2024/25. Brasília, DF: CONAB, 2025. Disponível em: [www.gov.br/xlsx](http://www.gov.br/xlsx). Acesso em: 16. set. 2025.

DARABAN, G. M.; HLIHOR, R-M.; SUTEU, D. Pesticides vs. biopesticides: From pest management to toxicity and impacts on the environment and human health. **Toxics**, v. 11, n. 12, p. 983, 2023. <https://doi.org/10.3390/toxics11120983>.

DARA S. K.; RODRIGUEZ-SAONA C.; MORRISON III W. R. Editorial: Integrated pest management strategies for sustainable food production. **Front Sustain Food Syst**, v. 7, p. 1224604, 2023. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1224604>.

DE LA NAPPO. **Protocolos de diagnóstico**. PD 03: Identificación morfológica de las arañas rojas (Tetranychidae) que afectan a las frutas importadas. Ontário: NAPPO. 2014. 36 p.

DEMIS, E. Mechanism of plant resistance to insects, weeds and pathogens. **Middle East Res J Agric Food Sci**, v. 4, n. 2, p. 76-85, 2024. <https://doi.org/10.36348/merjafs.2024.v04i02.005>.

DHAMA, K. *et al.* A comprehensive review on chemical profile and pharmacological activities of *Ocimum basilicum*. **Food Rev Int**, v. 39, n. 1, p. 119-147, 2023. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1900230>.

DHOORIA, M. S. **Fundamentals of Applied Acarology**. Ludhiana: Springer, Singapore, 2016. 470 p. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-1594-6>.

ERGULER, K. *et al.* A dynamically structured matrix population model for insect life histories observed under variable environmental conditions. **Sci Rep**, v. 12, n. 1, p. 11587, 2022. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15806-2>.

FÁVARO, R. *et al.* Morpho-physiological alterations and resistance to *Tetranychus urticae* in strawberries plants treated with salicylic acid. **Phytoparasitica**, v. 50, n. 4, p. 921-932, 2022. <https://doi.org/10.1007/s12600-022-01010-5>.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 189 p.

FLECHTMANN, C. H. W.; MORAES, R. C. B. (2017). **Tetranychidae Database**. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/tetranychidae/>. (Accessed 28/03/2025).

FRANCO, R. A. *et al.* Influência da teia de *Oligonychus ilicis* (McGregor)(Acari: Tetranychidae) sobre os fitoseídeos predadores associados. **Neotrop Entomol**, v. 39, n. 1, p. 97-100, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000100013>.

FRANÇA, S. M. *et al.* Resistance of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) to the red spider mite *Tetranychus neocaledonicus* (Acari: Tetranychidae). **Front Plant Sci**, v. 9, p. 1466, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01466>.

FRANKENBERGER, L. *et al.* Estudo comparativo dos componentes da fração volátil de partes aéreas de *Chenopodium ambrosioides* L. por hidroponia e em solo. In: XII Encontro Brasileiro de Hidroponia e IV Simpósio Brasileiro de Hidroponia, 2018, Florianópolis, SC. **Anais de resumos expandidos**. Florianópolis, 2018. p. 86-89. Disponível em: [https://encontrohidroponia.com.br/imagens/site/ANAIS\\_2018\\_Final.pdf#page=86](https://encontrohidroponia.com.br/imagens/site/ANAIS_2018_Final.pdf#page=86).

- GILL, A.; GARG, P. Cytomorphological diversity of *Ageratum* Species from North-West India. **Ann PI Sci**, v. 5, n. 3, p. 1289-1295, 2016. <https://doi.org/10.21746/aps.2016.03.002>.
- GOLIZADEH, A. *et al.* Comparative life table analysis of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on ten rose cultivars. **Acarologia**, v. 57, n. 3, p. 607-616, 2017. <https://doi.org/10.24349/acarologia/20174176>.
- GOMES NETO, A. V. *et al.* Biology and life table of *Tetranychus neocaledonicus* on lima bean. **Int J Acarol**, v. 43, n. 8, p. 622-626, 2017. <https://doi.org/10.1080/01647954.2017.1377288>.
- GOMES NETO, A. V. *et al.* First record of mites associated with lima bean (*Phaseolus lunatus* L.). **J Plant Prot Res**, v. 59, n. 3, p. 418-422, 2019. <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.129752>.
- GONZÁLEZ, P. A. D. *et al.* Selection of strawberry genotypes resistant to the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) using micropropagated plants. **Rev Colomb Entomol**, v. 50, n. 2, 2024. <https://doi.org/10.25100/socolen.v50i2.13026>.
- GUERRA, A. M. N. de M. *et al.* Parcelamento de doses de K<sub>2</sub>O sobre a produção de feijão-caupi. **Sci Plena**, v. 16, n. 8, 2020. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.089901>.
- GUPTA, R. K. *et al.* Study on genetic variability in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. **Curr J Appl Sci Technol**, v. 33, n. 2, p. 1-8, 2019. <http://dx.doi.org/10.9734/CJAST/2019/v33i230057>.
- HABASHY, M. G.; ABOU EL ATTA, D. A.; SALEH, F. M. Efficacy of selected plant-derived oils against Tetranychid Mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae), in laboratory and semi field conditions. **Int J Zool Stud**, v. 8, p. 47-52, 2023.
- HADIDY, D. E. *et al.* Larvicidal and repellent potential of *Ageratum houstonianum* against *Culex pipiens*. **Sci Rep**, v. 12, n. 1, p. 21410, 2022. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25939-z>.
- HEINRICH, W. O. **Contribuição ao estudo da biologia do *Oligonychus (Oligonychus ilicis)* (Acarina: Tetranychidae)**. 1972. 116 f. Tese - Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, 1972.
- HEINZ-CASTRO, R. T. Q. *et al.* Evaluation of ethanol extract of *Moringa oleifera* Lam. as acaricide against *Oligonychus punicae* Hirst (Trombidiformes: Tetranychidae). **Insects**, v. 12, n. 5, p. 476, 2021. <https://doi.org/10.3390/insects12050476>.
- HERRERO, M. I. *et al.* Fertility life table, population parameters and biotic potential of *Helicoverpa gelotopoeon* (Dyar) (Lepidoptera: Noctuidae). **An Acad Bras Ciênc**, v. 90, n. 4, p. 3831-3838, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201820180318>.

HORAS, V. R. *et al.* Antibiosis and antixenosis resistance to oviposition by *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) in soybean genotypes. **Arg Inst Biol**, v. 85, p. e0982017, 2018. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000982017>.

HOY, M. A. **Agricultural acarology**: Introduction to integrated mite management. Management. Boca Raton: CRC Press, 1. ed., 2011. 430 p. <https://doi.org/10.1201/b10909>.

HU, QQ. *et al.* Phylogenetic-related divergence in perceiving suitable host plants among five spider mites species (Acari: Tetranychidae). **Insects**, v. 13, n. 8, p. 705, 2022. <https://doi.org/10.3390/insects13080705>.

HUSSAIN, A. I. *et al.* Chemical composition and biological activities of essential oil and extracts from *Ocimum sanctum*. **Int J Food Prop**, v. 20, n. 7, p. 1569-1581, 2017. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1214145>.

ISMAIL, T.; KERATUM, A.; EL-HETAWY, L. Formulation of abamectin and plant oil-based nanoemulsions with efficacy against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) under laboratory and field conditions. **Appl Biol Chem**, v. 65, n. 1, p. 61, 2022. <https://doi.org/10.1186/s13765-022-00731-9>.

ISMAN, M. B. Commercial development of plant essential oils and their constituents as active ingredients in bioinsecticides. **Phytochem rev**, v. 19, p. 235-241, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09653-9>.

JAKUBOWSKA, M. *et al.* A review of crop protection methods against the twospotted spider mite—*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)—with special reference to alternative methods. **Agriculture**, v. 12, n. 7, p. 898, 2022. <https://doi.org/10.3390/agriculture12070898>.

JOHNSON, M. F. A monograph of the genus *Ageratum* L. (Compositae-Eupatorieae). **Ann Mo Bot Gard**, p. 6-88, 1971.

JYOTHIS, D.; RAMANI, N. Evaluation of prey stage preference of the predatory mite *Neoseiulus longispinosus* (Evans) on the spider mite pest *Tetranychus neocaledonicus* (André)(Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Acarologia**, v. 59, n. 4, p. 484-491, 2019. <https://doi.org/10.24349/acarologia/20194347>.

KARLEC, F., *et al.* Development of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in different strawberry cultivars. **Rev Bras Frutic**, v. 39, n. 1 (e-171), 2017. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017171>.

KARLSSON GREEN, K.; STENBERG, J. A.; LANKINEN, Å. Making sense of Integrated Pest Management (IPM) in the light of evolution. **Evol Appl**, v. 13, n. 8, p. 1791-1805, 2020. <https://doi.org/10.1111/eva.13067>.

KIM, D-K. *et al.* Cowpea (*Vigna unguiculata*) Cultivation and Breeding in the Republic of Korea: Advances and Future Perspectives. **Agronomy**, v. 14, n. 11, p. 2679, 2024. <https://doi.org/10.3390/agronomy14112679>.

KOSKI T. M., *et al.* 'Resistance Mixtures' Reduce Insect Herbivory in Strawberry (*Fragaria vesca*) Plantations. **Front Plant Sci**, v. 12, p. 722795, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.722795>.

KOUL, O.; WALIA, S.; DHALIWAL, G. S. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. **Biopestic Int**, v. 4, n. 1, p. 63-84, 2008.

KUMARI, P. *et al.* Biotechnological approaches for host plant resistance to insect pests. **Front Genet**, v. 13, p. 914029, 2022. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.914029>.

KUMRAL, Nabi Alper *et al.* Life table of *Tetranychus urticae* (Koch)(Acari: Tetranychidae) on different Turkish eggplant cultivars under controlled conditions. **Acarologia**, v. 59, n. 1, p. 12-20, 2018. <https://doi.org/10.24349/acarologia/20194307>.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2 ed. São Paulo, São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LEEUWEN, T. V. *et al.* The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. **Pestic Biochem Physiol**, v. 121, p. 12-21, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.12.009>.

LIANG, X. *et al.* Identification of Mango Cultivars' Resistance Against Red Spider Mite: Impact of Climate Elements on Resistance Performance. **Agronomy**, v. 15, n. 2, p. 324, 2025. <https://doi.org/10.3390/agronomy15020324>.

LOYOLA-ZAPATA, P. *et al.* Acaricidal and repellent activities of essential oils against the two-spotted spider mite. PREPRINT (Version 1) available at **Res Sq**, 2024. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5362414/v1>.

LUO, M, *et al.* Non-volatile metabolites mediate plant interactions with insect herbivores. **Plant J**, v. 114, n. 5, p. 1164-1177, 2023. <https://doi.org/10.1111/tpj.16180>.

MANU, N.; SCHILLING, M. W.; PHILLIPS, T. W. Natural and synthetic repellents for pest management of the storage mite *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank)(Sarcoptiformes: Acaridae). **Insects**, v. 12, n. 8, p. 711, 2021. <https://doi.org/10.3390/insects12080711>.

MARČIĆ, D.; DÖKER, I.; TSOLAKIS, H. Bioacaricides in Crop Protection—What Is the State of Play?. **Insects**, v. 16, n. 1, p. 95, 2025. <https://doi.org/10.3390/insects16010095>.

MARINHO, R. de C. N. *et al.* Symbiotic and agronomic efficiency of new cowpea rhizobia from Brazilian Semi-Arid. **Bragantia**, v. 76, n. 2, p. 273-281, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.003>.

MARRONE, P. G. Pesticidal natural products—status and future potential. **Pest Manag Sci**, v. 75, n. 9, p. 2325-2340, 2019. <https://doi.org/10.1002/ps.5433>.

MIGEON, A.; DORKELD, F. (2025) **Spider Mites Web**: a comprehensive database for the Tetranychidae. Disponível em: <https://www1.montpellier.inrae.fr/CBGP/spmweb>. (Accessed 23/03/2025).

MOHAMED, F. S. A. *et al.* Efficiency of *Pelargonium graveolens* and *Gaultheria procumbens* essential oils and their formulations on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and two predatory phytoseiid mites. **Int J Agric Technol**, v. 13, n. 3, p. 433-446, 2017.

MOHAMED, O. *et al.* Properties of Essential Oils from Moroccan Thyme Against Oriental Red Mite, *Eutetranychus Orientalis* (Klein) (Acari: Tetranychidae). **J Essent Oil Bear PI**, v. 24, n. 2, p. 329-341, 2021. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2021.1927854>.

MOHR, F. B. M. *et al.* Antifungal activity, yield, and composition of *Ocimum gratissimum* essential oil. **Genet Mol Res**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2017. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16019542>.

MOOKIAH, S. *et al.* Host plant resistance. In: OMKAR. **Molecular Approaches for Sustainable Insect Pest Management**. Singapore: Springer Singapore, 2021. p. 1-56. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-3591-5>.

MORAES, G. J. d; CASTILHO, R. de C.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia**: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Piracicaba: Fealq, 2024. 485 p.

MORAES, G. J., FLECHTMANN, C. H. W. Ácaros fitófagos do Nordeste do Brasil. **Pesqui Agropecu Bras**, v. 16, n. 2, p. 177-186, 1981.

MORAES, G. J., FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia**: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.

MOUDEN, S.; LEISS, K. A. Host plant resistance to thrips (Thysanoptera: Thripidae)—current state of art and future research avenues. **Curr Opin Insect Sci**, v. 45, p. 28-34, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.11.011>.

MURGA-ORRILLO, H.; GONZALES, J. K. C.; LÓPEZ, L. A. A. Physiological characterization and bioactive compounds of promising accessions of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) in the Peruvian Amazon. **Front Agron**, v. 6, p. 1392068, 2024. <https://doi.org/10.3389/fagro.2024.1392068>.

- MUSA, A. *et al.* Acaricidal and sublethal effects of a *Chenopodium*-based biopesticide on the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). **Exp Appl Acarol**, v. 71, n. 3, p. 211-226, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10493-017-0118-x>.
- NAHDLOH, E. D. R. *et al.* The study of taxonomic affinity in 7 species of Asteraceae family based on morphological characters. **J Sains Dasar**, v. 11, n. 2, p. 78-82, 2022. <http://dx.doi.org/10.21831/jsd.v11i2.52351>.
- NAVES, P.; NÓBREGA, F.; AUGER, P. Updated and annotated review of Tetranychidae occurring in mainland Portugal, the Azores, and Madeira Archipelagos. **Acarologia**, v. 61, n. 2, p. 380-393, 2021. <https://dx.doi.org/10.24349/acarologia/20214437>.
- NAZ, M. *et al.* Synthesis and Uses of various essential oil based derivatives in biomedicine. **IJCBS**, v. 13, p. 92-99, 2018.
- NERE, D. R. *et al.* Identification of *Tetranychus neocaledonicus* (Acari: Tetranychidae) - resistant genotypes in *Phaseolus lunatus*. **Syst Appl Acarol**, v. 26, n. 12, p. 2417-2425, 2021. <https://doi.org/10.11158/saa.26.12.16>.
- NDJOMATCHOUA, F. T. *et al.* A generalized risk assessment index for forecasting insect population under the effect of temperature. **J Therm Biol**, v. 122, p. 103886, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2024.103886>.
- NORTON, R. A. *et al.* Phylogenetic perspectives on genetic systems and reproductive modes of mites. *In*: WERENSCH, D. L.; EBBERT, M. A. **Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites**. New York: Chapman & Hall, 1993. p. 8-99.
- OGAYO, K. *et al.* The Effect of Lion's Ear (*Leonotis nepetifolia*) and African Basil (*Ocimum gratissimum*) Plant Extracts on Two-Spotted Spider Mites (*Tetranychus urticae*) for Improved Yield and Quality of French Beans. **Adv Entomol**, v. 7, n. 01, p. 21, 2018. <https://doi.org/10.4236/ae.2019.71003>.
- OGUNLEYE, G. S.; FAGBOHUN, O. F.; BABALOLA, O. O. *Chenopodium ambrosioides* var. *ambrosioides* leaf extracts possess regenerative and ameliorative effects against mercury-induced hepatotoxicity and nephrotoxicity. **Ind Crops Prod**, v. 154, p. 112723, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112723>.
- OKI, N., *et al.* QTL mapping of antixenosis resistance to common cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius) in wild soybean (*Glycine soja*). **PLoS One**, v. 12, n. 12, p. e0189440, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189440>.
- ONYEBUCHI, C.; KAVAZ, D. Chitosan and N, N, N-trimethyl chitosan nanoparticle encapsulation of *Ocimum gratissimum* essential oil: Optimised synthesis, in vitro release and bioactivity. **Int J Nanomedicine**, v. 14, p. 7707-7727, 2019. <https://doi.org/10.2147/IJN.S220202>.
- PAES, J. P. P. *et al.* Caracterização química e efeito do óleo essencial de Erva-de-Santa-Maria sobre o ácaro-rajado de morangueiro. **Rev Bras Frutic**, v. 37,

p. 346-354, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-057/14>.

PAINTER, R. H. Resistance of plants to insects. **Annu Rev Entomol**, Palo Alto, v. 3, p. 267-290, 1958.

PANDA, N.; KHUSH, G. A. **Host plant resistance to insects**. Wallingford, Reino Unido: CAB International, 1995. 431 p.

PANDEY, S. Antibacterial and antifungal activities of *Ocimum gratissimum* L. **Int J Pharm Pharm Sci**, v. 9, n. 47, p. 56, 2017. <http://dx.doi.org/10.22159/ijpps.2017v9i12.22678>.

PASCHOAL, A. D. Revisão da família Tetranychidae no Brasil (Arachnida: Acarina). **An Esc Super Agric Luiz de Queiroz**, v. 27, p. 457-483, 1970. <https://doi.org/10.1590/S0071-12761970000100033>.

PEREIRA, V. S. *et al.* Estudo químico, toxicidade e atividade antibacteriana do óleo essencial de *Ocimum gratissimum*. **Rev Interfaces**, v. 2, n. 4, 5 p., 2014. <https://doi.org/10.16891/75>.

PEREIRA, W. S. *et al.* Evaluation of the subchronic toxicity of oral treatment with *Chenopodium ambrosioides* in mice. **J Ethnopharmacology**, v. 127, n. 3, p. 602-605, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.12.018>.

PETERSON, J. A. *et al.* Integration of plant defense traits with biological control of arthropod pests: challenges and opportunities. **Front Plant Sci**, v. 7, p. 1794, 2016. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01794>.

PETERSON, R. K., VARELLA, A. C., HIGLEY, L. G. Tolerance: the forgotten child of plant resistance. **PeerJ**, v. 5, p. e3934, 2017. <https://doi.org/10.7717/peerj.3934>.

PODEROSO, J. C. M. *et al.* Primeiro registro no Brasil de *Erythrina velutina* Willd. como hospedeira de *Tetranychus neocaledonicus* (Acari: Tetranychidae). **Rev Bras Plantas Med**, v. 12, n. 3, p. 398-401, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722010000300017>.

PRASANNAKUMAR, N. R. *et al.* Acaricidal properties of billygoat weed *Ageratum conyzoides* L. essential oil on polyphagous two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. **Neotrop Entomol**, v. 54, n. 1, p. 59, 2025. <https://doi.org/10.1007/s13744-025-01269-3>.

QIAO, Z.-P.; CHEN, Z.-X.; WANG, Q.-Z. The complete chloroplast genome of *Ageratum conyzoides* (Asteraceae). **Mitochondrial DNA B**, v. 4, n. 2, p. 3342-3343, 2019. <https://doi.org/10.1080/23802359.2019.1673241>.

RANAVED, P. *et al.* Assessment of the Biocontrol Potential of Entomopathogenic Fungi against The Red Spider Mite *Tetranychus urticae*. **Mysore J Agric Sci**, v. 42, n. 11, p. 1-9, 2023. <https://doi.org/10.9734/CJAST/2023/v42i114099>.

RASHID, M. H. *et al.* Life history traits of the yellow mite, *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae), feeding on five jute cultivars. **J Asia Pac Entomol**, v. 27, n. 3, p. 102273, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2024.102273>.

RESENDE, J. T. V. de *et al.* Strawberry genotypes with resistance to *Tetranychus urticae* mediated by leaf trichomes. **Ciênc Agrotec**, v. 44, p. e006920, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-7054202044006920>.

RINCÓN, R. A.; RODRÍGUEZ, D.; COY-BARRERA, E. Botanicals Against *Tetranychus urticae* Koch Under Laboratory Conditions: A Survey of Alternatives for Controlling Pest Mites. **Plants**, v. 8, n. 8, p. 272, 2019. <https://doi.org/10.3390/plants8080272>.

RIOS, C. E. P. *et al.* *Chenopodium ambrosioides* L. improves phagocytic activity and decreases bacterial growth and the systemic inflammatory response in sepsis induced by cecal ligation and puncture. **Front Microbiol**, v. 8, p. 148, 2017. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00148>.

ROCKWOOD, L. L. **Introduction to population ecology**. 2ed. Nova Jersey: WJohn Wiley & Sons, 2015. 384 p.

RODRIGUES, R. A.; AMARAL, E. A. do; GALVÃO, A. S. Acarofauna em açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) conduzido em diferentes sistemas de cultivo. **Revista Agro@ambiente on-line**, v. 10, n. 3, p. 273-281, 2016. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i3.3074>.

ROSÁRIO, C. J. R. M. do. *et al.* Essential oil *Ageratum conyzoides* chemotypes and anti-tick activities. **Vet Parasitol**, v. 319, n. 2, p. 109942, 2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109942>.

ROSSINI, L. *et al.* Life tables in entomology: A discussion on tables' parameters and the importance of raw data. **PLoS One**, v. 19, n. 3, p. e0299598, 2024. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299598>.

ROS, V. I. D.; BREEUWER, J. A. J. Spider mite (Acari: Tetranychidae) mitochondrial COI phylogeny reviewed: host plant relationships, phylogeography, reproductive parasites and barcoding. **Exp Appl Acarol**, v. 42, p. 239-262, 2007. <https://doi.org/10.1007/s10493-007-9092-z>.

SANTAMARIA, M. E. *et al.* Plant defenses against *Tetranychus urticae*: mind the gaps. **Plants**, v. 9, n. 4, p. 464, 2020. <https://doi.org/10.3390/plants9040464>.

SANTAMARIA, M. E. *et al.* Plant perception and short-term responses to phytophagous insects and mites. **Int J Mol Sci**, v. 19, n. 5, p. 1356, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01794>.

SARAN, P. L. *et al.* Identification of suitable chemotype of *Ocimum gratissimum* L. for cost effective eugenol production. **Ind Crops Prod**, v. 191, p. 115890, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115890>.

SARDAR, H. *et al.* Unveiling the therapeutic and nutritious potential of *Vigna unguiculata* in line with its phytochemistry. **Heliyon**, v. 10, n. 18, 2024.

SEGURA-MARTÍNEZ, Ma. T. de J. *et al.* Life table parameters of *Tetranychus merganser* Boudreaux (Acari: Tetranychidae) on five host plants. **Insects**, v. 14, n 5, p. 473, 2023. <https://doi.org/10.3390/insects14050473>.

SEKI, K. Leaf-morphology-assisted selection for resistance to two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in carnations (*Dianthus caryophyllus* L.). **Pest Manag Sci**, v. 72, n. 10, p. 1926-1933, 2016. <https://doi.org/10.1002/ps.4231>.

SHEVKANI, K. *et al.* Cowpeas for sustainable agriculture and nutrition security: an overview of their nutritional quality and agro-economic advantages. **Discov Food**, v. 5, n. 1, p. 109, 2025. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00382-x>.

SHOOROOEI, M. *et al.* Antixenosis and antibiosis response of common bean (*Phaseolus vulgaris*) to two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). **Exp Appl Acarol**, v. 74, p. 365-381, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10493-018-0240-4>.

SIERRA-MONROY, J. A., *et al.* Resistance of eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivars to *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae). **Agron Mesoam**, v. 32, n. 2, p. 452-465, 2021. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v32i2.42079>.

SILVA, A. C. *et al.* Cowpea: A strategic legume species for food security and health. In: JIMENEZ-LOPEZ, J. C.; CLEMENTE, A. (Eds.). **Legume seed nutraceutical research**. IntechOpen, 2018. p 47-66. <https://doi.org/10.5772/intechopen.75158>.

SILVA, L. C. *et al.* Parâmetros demográficos do *Aphis craccivora* Koch, 1854 em cultivares e variedades crioulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp da região amazônica. **Acta Iguazu**, v. 7, n. 5, p. 109-119, 2018. <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v7i5.18698>.

SINGH, P.; SINGH, R. N. Evaluation of acaricides and botanicals against the vegetable mite *Tetranychus neocaledonicus* Andre on brinjal crop under laboratory and field conditions. **J Pure Appl Microbiol**, v. 10, n. 4, p. 2969-2974, 2021. <http://dx.doi.org/10.22207/JPAM.10.4.65>.

SMITH, M. **Plant resistance to arthropods**: molecular and conventional approaches. Berlin: Springer, 2005. 423 p.

SOUTHWOOD, T. R. E. The construction, description and analysis of age-specific life-tables. In: SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods: with particular reference to the study of insect populations**, London, Reino Unido: Springer Dordrecht, 1978. p. 356-387, 1978. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7291-0>.

SOUZA, L. P. de. *et al.* Composição química e atividade acaricida do óleo essencial de erva-de-santa-maria sobre o ácaro-rajado. **Rev. Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 160-166, 2015.

SOUZA, L. P. de. *et al.* Toxicity of essential oil of *Mentha piperita* (Lamiaceae) and its monoterpenoid menthol against *Tetranychus urticae* Kogan 1836 (Acari: Tetranychidae). **An Acad Bras Ciênc**, v. 94, n. suppl 4, p. e20200427, 2022. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220200427>.

SPEROTTO, R. A. *et al.* Crops responses to mite infestation: it's time to look at plant tolerance to meet the farmers' needs. **Front Plant Sci**, v. 9, p. 556, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00556>.

STENBERG, J. A. A conceptual framework for integrated pest management. **Trends Plant Sci**, v. 22, n. 9, p. 759-769, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2017.06.010>.

STENBERG, J. A.; MUOLA, A. How should plant resistance to herbivores be measured?. **Front Plant Sci**, v. 8, p. 663, 2017. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00663>.

TAN, J. L. *et al.* The species, density, and intra-plant distribution of mites on red raspberry (*Rubus idaeus* L.). **Exp Appl Acarol**, v. 93, n. 2, p. 317-337, 2024. <https://doi.org/10.1007/s10493-024-00930-7>.

TERENCIANO, R. M. *et al.* Direct defense of *Solanum lycopersicum* L. to *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) mediated by plant morphological and chemical traits. **Arthropod Plant Interact**, v. 19, n. 1, p. 24, 2025.

TONG, F. *et al.* The phenolic monoterpenoid carvacrol inhibits the binding of nicotine to the housefly nicotinic acetylcholine receptor. **Pest Manag Sci**, v. 69, n. 7, p. 775-780, 2013. <https://doi.org/10.1002/ps.3443>.

TONGNUANCHAN, P.; BENJAKUL, S. Essential oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. **J Food Sci**, v. 79, n. 7, p. R1231-R1249, 2014. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12492>.

TORTORICI, S. *et al.* Plant defences for enhanced integrated pest management in tomato. **Ann Appl Biol**, v. 180, n. 3, p. 328-337, 2022. <https://doi.org/10.1111/aab.12750>.

TREVIÑO-BARBOSA, G. *et al.* The resistance of seven host plants to *Tetranychus merganser* Boudreaux (Acari: Tetranychidae). **Insects**, v. 13, n. 2, p. 167, 2022. <https://doi.org/10.3390/insects13020167>.

TURCHEN, L. M. *et al.* Toxicity of *Piper aduncum* (Piperaceae) essential oil against *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) and non-effect on egg parasitoids. **Neotrop Entomol**, v. 45, p. 604-611, 2016. <https://doi.org/10.1007/s13744-016-0409-7>.

UGBOGU, O. C. *et al.* A review on the traditional uses, phytochemistry, and pharmacological activities of clove basil (*Ocimum gratissimum* L.). **Heliyon**, v. 7, n. 11, p.e08404, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08404>.

UMINA, P. A. *et al.* Australian *Bryobia* mites (Trombidiformes: Tetranychidae) form a complex of cryptic taxa with unique climatic niches and insecticide responses. **Pest Manag Sci**, v. 78, n. 7, p. 2860-2871, 2022. <https://doi.org/10.1002/ps.6910>.

VENDRAMIM, J. D.; ROSALES, E. A. C. A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: BALDIN, E. L. L., VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, J. D. **Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações**, Piracicaba, São Paulo: FEALQ, 2019. p. 435-472.

VILANOVA, C. M.; DE MOURA, E. G.; MORAES, D. F. C. Composição química de *Ocimum gratissimum* L.: uma revisão de literatura. **Sci Amazon**, v. 7, n. 2, p. 10-26, 2018.

WAR, A. R. *et al.* Mechanism of resistance in mungbean [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek var. *radiata*] to bruchids, *Callosobruchus* spp. (Coleoptera: Bruchidae). **Front Plant Sci**, v. 8, p. 1031, 2017. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01031>.

WERRIE, P. Y. *et al.* Phytotoxicity of essential oils: Opportunities and constraints for the development of biopesticides. A review. **Foods**, v. 9, n. 9, p. 1291, 2020. <https://doi.org/10.3390/foods9091291>.

WIDIYANINGRUM, P. *et al.* Efficacy of local *Ageratum conyzoides* leaf extracts on controlling the poultry pest *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). **STA**, v. 28, n. 1, p. 169-180, 2023. <https://doi.org/10.14456/scitechasia.2023.14>.

WU, L. *et al.* Acaricidal activity and synergistic effect of thyme oil constituents against carmine spider mite (*Tetranychus Cinnabarinus* (Boisduval)). **Molecules**, v. 22, n. 11, p. 1873, 2017. <https://doi.org/10.3390/molecules22111873>.

XU, D. *et al.* The performance of *Tetranychus urticae* on five melon cultivars is correlated with leaf thickness. **Syst Appl Acarol**, v. 24, n. 4, p. 645-658, 2019. <https://doi.org/10.11158/saa.24.4.10>.

ZEIST, A. R. *et al.* Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato species and hybrids and its association with leaf trichomes. **Euphytica**, v. 217, n. 5, p. 85, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10681-021-02815-x>.

ZHOU, W. *et al.* Integrated pest management: an update on the sustainability approach to crop protection. **ACS omega**, v. 9, n. 40, p. 41130-41147, 2024. <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c06628>.

ZHOU, Y. *et al.* Composition and acaricidal activity of essential oil from *Elsholtzia densa* Benth against *Sarcoptes scabiei* mites in vitro. **Vet Med**, v. 64, n. 4, p. 178-183, 2019. <https://doi.org/10.17221/20/2018-VETMED>.

ZHU, Y. *et al.* Plant essential oils: Dual action of toxicity and egg-laying inhibition on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), unveiling their potential as botanical pesticides. **Plants**, v. 13, n. 6, p. 763, 2024. <https://doi.org/10.3390/plants13060763>.

**CAPÍTULO I**  
**RESISTÊNCIA DE FEIJÃO-CAUPI *Vigna unguiculata* AO ÁCARO-VERMELHO**  
***Tetranychus neocaledonicus* ANDRÉ (1933) (Acari: Tetranychidae).**

**RESUMO**

A resistência de plantas a artrópodes têm sido alvo de pesquisas para o manejo de ácaros fitófagos. Porém, são poucas as informações relacionadas a plantas resistentes a *Tetranychus neocaledonicus* André (1933). *T. neocaledonicus* possui uma ampla gama de hospedeiros e afeta o crescimento e desenvolvimento das culturas. Com esse estudo objetivou-se selecionar cultivares de feijão-caupi resistentes a *T. neocaledonicus* e construir a tabela de vida do ácaro nas cultivares estudadas. *T. neocaledonicus* foi multiplicado em laboratório para realização dos testes. Foram utilizadas 10 cultivares de feijão-caupi. Para avaliação da resistência por antibiose (parâmetros biológicos e construção da tabela de vida), fêmeas de *T. neocaledonicus* ovipositaram por 16h, após esse período foram retiradas e foi individualizado um ovo. Foi acompanhado o desenvolvimento dos ácaros (ovo-adulto), com três avaliações diárias. Na fase adulta, foi realizada uma avaliação diária para observação do período de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, fecundidade e longevidade. Foram realizadas 50 repetições em delineamento inteiramente casualizado. A antixenose foi avaliada através de teste com chance de escolha (preferência). O período de desenvolvimento dos ácaros não foi afetado pelas cultivares de feijão-caupi. *T. neocaledonicus* obteve menor longevidade em BRS Exuberante. Menor oviposição em Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma e BRS Novaera. A menor fecundidade ocorreu em Epace 10. A taxa líquida de reprodução foi menor em Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma, BRS Exuberante e BRS Aracê. A taxa intrínseca de crescimento foi menor em Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma, BRS Exuberante, BRS Aracê e BRS Tumucumaque. As cultivares apresentaram efeito antixenótico nos diferentes horários de avaliação. As plantas hospedeiras afetam o desempenho e os parâmetros biológicos, populacionais e reprodutivos de *T. neocaledonicus*. A cultivar Epace 10 é resistente, enquanto BR 17-Gurguéia é favorável ao desenvolvimento de *T. neocaledonicus*.

**Palavras-chave:** resistência de plantas; antibiose; tabela de vida; antixenose; tetraniquídeo.

## ABSTRACT

Plant resistance to arthropods has been the focus of research for the management of phytophagous mites. However, there is limited information regarding plants resistant to *Tetranychus neocaledonicus* André (1933). *T. neocaledonicus* has a wide range of hosts and negatively affects crop growth and development. This study aimed to select cowpea cultivars resistant to *T. neocaledonicus* and to construct the mite's life table on the evaluated cultivars. *T. neocaledonicus* was reared in the laboratory for testing. Ten cowpea cultivars were used. For resistance assessment by antibiosis (biological parameters and life table construction), *T. neocaledonicus* females oviposited for 16 hours; after this period they were removed, and a single egg was isolated. Mite development (egg–adult) was monitored with three daily evaluations. In the adult stage, daily observations were carried out to record pre-oviposition, oviposition, post-oviposition, fecundity, and longevity. Fifty replicates were performed in a completely randomized design. Antixenosis was assessed through a choice (preference) test. The development period of the mites was not affected by cowpea cultivars. *T. neocaledonicus* showed reduced longevity on BRS Exuberante, lower oviposition on Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma, and BRS Novaera, and the lowest fecundity on Epace 10. The net reproductive rate was lower in Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma, BRS Exuberante, and BRS Aracê. The intrinsic growth rate was reduced in Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma, BRS Exuberante, BRS Aracê, and BRS Tumucumaque. The cultivars exhibited antixenosis effects at different evaluation times. Host plants influenced the performance and the biological, population, and reproductive parameters of *T. neocaledonicus*. Cultivar Epace 10 was resistant, whereas BR 17-Gurguéia was favorable to the development of *T. neocaledonicus*.

**Keywords:** plant resistance; antibiosis; life table; antixenosis; tetranychid.

## 1 INTRODUÇÃO

A resistência de plantas é um elemento essencial no manejo integrado de pragas (MIP), sendo uma prática simples e de baixo custo para os agricultores (Liang *et al.*, 2025; Mouden; Leiss, 2021; Mookiah *et al.*, 2021). As plantas possuem diversos mecanismos de resistência, a fim de se defender do ataque de ácaros e outros organismos fitófagos, tais mecanismos atuam na paralisação, inibição ou causam a morte da praga (Blaazer *et al.*, 2018). A resistência varia de acordo com a planta hospedeira, entre genótipos, espécie praga e a seletividade do hospedeiro, sendo aspectos que possuem influência genética, morfológica e de substâncias químicas (Guihua *et al.*, 2016; Kos; Klinkhamer; Leiss, 2014).

As características genéticas herdadas por uma planta podem torná-la resistente a artrópodes, assim, a planta é menos afetada por uma praga quando comparada com uma planta em que tais características são ausentes, sendo essa considerada suscetível (Sierra-Monroy *et al.*, 2021). Na resistência a artrópodes, geralmente é estudada a resistência por antibiose, onde a planta hospedeira possui a capacidade de alterar a biologia da praga, e a resistência por antixenose, com a planta afetando o comportamento do artrópode (França *et al.*, 2018; Oki *et al.*, 2017). Assim, a resistência de plantas, mostra-se como uma ferramenta relevante no manejo de ácaros, devido seus efeitos positivos e eficazes, com vantagens econômicas, ecológicas e sociais (Stenberg, 2017). No estudo de França *et al.* (2018) é possível observar a cultura do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) apresentando resistência a *Tetranychus neocaledonicus* André (1933) (Acari: Tetranychidae).

Uma das formas de definir a resistência de uma planta a uma praga, é estudando os parâmetros populacionais do artrópode-praga, como a fecundidade, sobrevivência e a longevidade da praga na espécie hospedeira (França *et al.*, 2018; Segura-Martínez *et al.*, 2023). Tais parâmetros podem ser obtidos por meio das tabelas de vida e fertilidade, que são relevantes para avaliar biologicamente uma praga e executar comparações em relação ao desenvolvimento das mesmas frente a vários fatores (Da Silva *et al.*, 2018). As tabelas de vida e fertilidade disponibilizam conhecimento sobre o desenvolvimento e a reprodução das pragas, e estimam o potencial de crescimento de uma população, proporcionando o estudo da dinâmica populacional de artrópodes (Chi 1988; Maia; Luiz; Campanhola, 2000) e tem sido

utilizadas para estudo de resistência de plantas a pragas (França *et al.*, 2018). Determinam a taxa líquida de reprodução, tempo médio entre gerações e a taxa intrínseca de crescimento em determinadas condições experimentais (Portilla *et al.*, 2014; Southwood, 1978).

O ácaro *T. neocaledonicus* pertence à família Tetranychidae, que é constituída especificamente por ácaros fitófagos, vulgarmente denominados “ácaros-de-teia”, devido muitas espécies produzirem quantidades variáveis, geralmente abundante, de teias (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024). Em relação às pragas agrícolas, a família Tetranychidae abriga espécies que causam os mais altos níveis de danos às culturas (Naves; Nóbrega; Auger, 2021). Os tetraniquídeos são capazes de causar quedas de rendimentos significativas às culturas, devido ao alto potencial reprodutivo (Rodrigues; Amaral; Galvão, 2016). O principal representante da família é o gênero *Tetranychus* Dufour (Moraes; Flechtmann, 2008).

*Tetranychus neocaledonicus* tem ocorrência em mais de 500 plantas, incidindo em vários cultivos comerciais e apresenta potencial de reprodução em uma ampla diversidade de hospedeiros, sendo capaz de provocar a redução da área fotossintética das folhas e causar a desfolha mediante a sucção do conteúdo celular, interferindo no crescimento e desenvolvimento das plantas. O ácaro causa injúrias que inicialmente se apresentam como manchas brancas, em seguida evoluem para clorose e posteriormente apresentam aspecto amarronzado (Gomes Neto *et al.*, 2019; Migeon; Dorkeld, 2025; Singh; Prakash; Singh, 2023; Singh; Singh 2021). O desenvolvimento e reprodução de *T. neocaledonicus* em culturas como soja (*Glycine max* L.), feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), onde o ácaro possui alta fecundidade e a taxa de reprodução bruta elevada, caracteriza essas plantações como hospedeiras dessa espécie, e ressalta o potencial desse ácaro em tornar-se praga dessas culturas (Briozzo *et al.*, 2023).

Com a pesquisa objetivou-se selecionar cultivares de feijão-caupi resistentes a *T. neocaledonicus* e construir a tabela de vida do ácaro nas cultivares estudadas.

## 2 METODOLOGIA

Os bioensaios foram realizados no laboratório multidisciplinar do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), *Campus* Codó, com as seguintes condições

experimentais: temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar de  $70\pm 10\%$  e fotoperíodo de 12h.

### **2.1 Criação de *Tetranychus neocaledonicus***

Os ácaros foram criados em folhas de feijão *V. unguiculata* (cultivar sempre verde). As plantas foram cultivadas em ambiente aberto, em vasos com capacidade de 5 litros, contendo terra preta. Aproximadamente 35 a 40 dias após a semeadura, as folhas foram coletadas, higienizadas e utilizadas para fazer as arenas de criação no laboratório.

As arenas de criação foram confeccionadas em recipientes plásticos (22x14cm) contendo espumas de polietileno e papel filtro umedecidos, local onde foram acondicionadas as folhas de feijão sempre-verde com a face abaxial para cima. A margem da folha foi contornada com algodão embebido em água destilada para evitar a fuga dos ácaros e manter a umidade. As folhas foram trocadas de acordo com seu grau de deterioração, sendo os ácaros transferidos por meio da sobreposição de folhas velhas da criação sobre folhas novas para que os ácaros pudessem migrar de uma folha para outra (adaptado de Esteves Filho *et al.*, 2013).

### **2.2 Cultivares de feijão-caupi**

As sementes das cultivares de feijão-caupi utilizados no experimento foram obtidas por meio de produtores rurais da cidade de Balsas-MA (BR 17-Gurguéia, Epace 10) e também cedidas pela Embrapa Meio-Norte (BRS Pajeú, BRS Inhuma, BRS Marataoã, BRS Exuberante, BRS Aracê, BRS Novaera, BRS Verdejante e BRS Tumucumaque). As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade de 5L. Foram utilizadas plantas com 30 dias de idade, das quais foram coletadas as folhas.

### **2.3 Resistência por antibiose - Parâmetros biológicos de *T. neocaledonicus***

A biologia de *T. neocaledonicus* em diferentes cultivares de feijão-caupi foi estudada nas folhas das cultivares supracitadas. Em laboratório, as folhas foram higienizadas e utilizadas para confecção de discos foliares com 3 cm de diâmetro acondicionados com a face abaxial voltada para cima, no interior de uma placa de Petri de 6 cm de diâmetro, contendo uma camada de espuma de 1,5 cm de

espessura, recoberta com papel filtro, umedecidos com água destilada. A margem do disco foliar foi contornado com algodão hidrofílico embebido em água destilada com a finalidade de evitar a fuga dos ácaros e para manutenção da umidade.

Em cada disco, foram colocadas três fêmeas adultas para ovipositar por 16 horas. Após esse período, as fêmeas foram retiradas, individualizando-se um ovo. Então, foram avaliados o tempo de incubação, ciclo biológico e estágios de desenvolvimento (larva, protoninfa, deutoninfa e adulto). Foram realizadas três avaliações diárias com auxílio de estereomicroscópio (às 9h, 13h e às 17h). Na fase adulta foi realizada uma avaliação a cada 24 horas, para registro da duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, fecundidade e longevidade das fêmeas. Os discos foram trocados de acordo com o grau de deterioração e os ácaros foram transferidos com auxílio de pincel de pêlo fino do disco antigo para o novo.

O delineamento foi inteiramente casualizado com dez tratamentos (cultivares de feijão-caupi) e 50 repetições. Os parâmetros biológicos foram submetidos ao teste de bootstrap pareado ( $p < 0,05$ ) (Efron; Tibshirani, 1993).

#### **2.4 Tabela de vida de fertilidade de *T. neocaledonicus***

Utilizando os dados do ciclo biológico, foi composta a tabela de vida de fertilidade de *T. neocaledonicus* nas diferentes cultivares de feijão-caupi através da taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), taxa intrínseca de crescimento ( $r_m$ ), duração média de uma geração ( $T$ ), taxa de sobrevivência específica à idade ( $l_x$ ) e taxa de fecundidade específica à idade ( $m_x$ ). O programa de computador TWSEX-MSChart (Chi, 2017) foi utilizado para analisar os dados brutos e calcular os parâmetros populacionais. Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade, assim como os erros associados a estes foram estimados pelo método de bootstrap, com 100.000 bootstrap. O teste de bootstrap pareado foi usado para comparar os tratamentos (Efron; Tibshirani, 1993).

#### **2.5 Resistência por antixenose – Teste de preferência**

No teste de preferência para abrigo e oviposição de *T. neocaledonicus* a diferentes cultivares de feijão-caupi, foram utilizados 10 cultivares de feijão-caupi, os mesmos utilizados para o teste de resistência por antibiose. As arenas foram preparadas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, contendo espuma com 1,5 cm

de espessura umedecida e recoberta com papel filtro. No centro de cada placa, foi colocado um disco de plástico fino com 10,5 cm de diâmetro e, na periferia, em contato com esse disco, foram dispostos 10 discos foliares (1 disco de cada cultivar) com 4 cm de diâmetro de cada acesso. Os discos foliares foram dispostos equidistantes do centro da placa, de tal maneira que não tiveram contato entre si e todos estiveram em contato com o disco central de plástico. No disco central de plástico, foram liberadas 20 fêmeas adultas de *T. neocaledonicus* com aproximadamente 6 dias de idade, oriundas da criação. As placas foram dispostas ao acaso em condições de temperatura  $25\pm 1^\circ\text{C}$  e fotofase de 12 horas. Após 1, 3, 6, 12, 24 e 48 horas, foi realizada a contagem do número de ácaros e ovos em cada disco foliar.

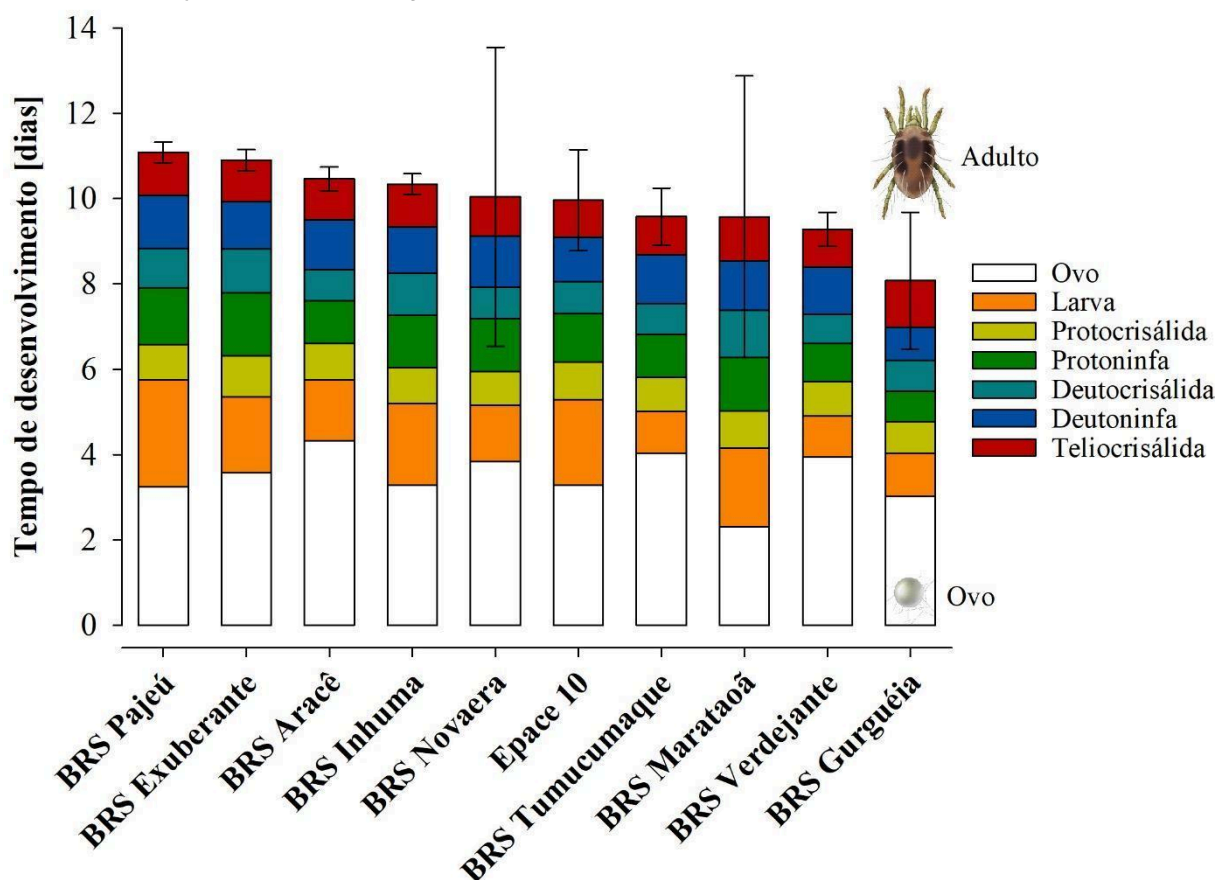
O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com dez tratamentos (cultivares de feijão-caupi) e 20 repetições. Os dados foram submetidos ao Proc-Freq do programa estatístico SAS e interpretados pelo teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) (SAS Institute, 2001).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Resistência por antibiose - Parâmetros biológicos de *T. neocaledonicus***

Os imaturos de *T. neocaledonicus* completaram seu ciclo (ovo-adulto) em todas as cultivares de feijão-caupi utilizadas. As cultivares não influenciaram o tempo de desenvolvimento dos ácaros (ovo-adulto), que variou de  $8,08\pm 1,6$  (BR 17-Gurguéia) a  $11,08\pm 0,24$  (BRS Pajeú) dias (Figura 1). As cultivares não causaram mortalidade, pois 100% dos ovos acompanhados chegaram à fase adulta.

**Figura 1** - Tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos de *T. neocaledonicus* (média±EP) em diferentes cultivares de feijão-caupi em condições de laboratório (T = 25±2°C, UR = 70±10%, fotofase de 12h).



As barras de erros correspondem ao erro padrão associado ao período de desenvolvimento total (ovo-adulto). Não houve diferença entre as médias pelo teste de bootstrap pareado ( $p < 0,05$ ).

Genótipos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) afetam o desenvolvimento de *T. neocaledonicus*, com a capacidade de prolongar o período de desenvolvimento de imaturos, em temperatura de 25±2°C e umidade relativa de 70±10% (genótipos UFPI-909 e UFPI-887) (França *et al.* 2018). *Tetranychus turkestanii* Ugarov & Nycolsky, alimentando-se em genótipos de feijão-caupi e feijão comum (*P. lunatus*), obteve maior tempo de desenvolvimento de imaturos no genótipo de feijão-caupi (Bazazzadeh *et al.* 2020). Cultivares de morango (*Fragaria x Ananassa* Duchesne) afetam o desenvolvimento de *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Fahim; Momen; El-Saiedy, 2020). Ao estudar diferentes culturas como fonte de resistência a determinada praga, pode-se obter grande variabilidade de resultados. Porém, genótipos de uma mesma espécie podem também demonstrar diferentes níveis de resistência (Bastos *et al.*, 2015).

De acordo com Karlec *et al.* (2017), geralmente, uma maior duração dos estágios imaturos está associada à composição química ou nutricional da planta

hospedeira, efeito proveniente de uma condição inadequada para o desenvolvimento do indivíduo. Esse efeito é um forte indicador de resistência, pois aponta que o hospedeiro não está fornecendo os nutrientes essenciais necessários para a expressão do fitness do ácaro. No presente estudo, as diferenças não foram suficientes para afetar o desenvolvimento de *T. neocaledonicus*, uma vez que não houve redução ou prolongamento dos estágios imaturos (ovo-adulto) ( $p < 0,05$ ).

A longevidade de fêmeas e machos, assim como o período de oviposição e fecundidade (ovos/fêmea) de *T. neocaledonicus*, foram influenciadas pelas cultivares de feijão-caupi, enquanto o período de pré-oviposição não variou significativamente ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). A longevidade das fêmeas foi maior cultivares BRS Verdejante, BR 17-Gurguéia e BRS Novaera e menor em BRS Exuberante. Para os machos, as maiores longevidades foram em BRS Pajeú e BRS Inhuma e a menor longevidade em BRS Aracê e Epace 10 (Tabela 1).

A cultivar BR 17-Gurguéia promoveu um aumento no período de oviposição, associado a uma maior fecundidade de fêmeas de *T. neocaledonicus*, mostrando assim a maior suscetibilidade dessa cultivar, enquanto a BRS Exuberante ocasionou menor longevidade de fêmeas *T. neocaledonicus* associada a uma redução no período de oviposição e na fecundidade indicando indício de resistência por antibiose dessa cultivar. Embora a menor fecundidade e oviposição tenham sido ocasionadas pela cultivar Epace 10. Por outro lado, o período de pós-oviposição de *T. neocaledonicus* foi maior nas cultivares Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma, BRS Novaera, BRS Verdejante e BRS Tumucumaque (Tabela 1).

**Tabela 1** - Média ( $\pm$ EP) da longevidade de adultos (dias), pré-oviposição (dias), oviposição (dias) e fecundidade (ovos/fêmea) de *T. neocaledonicus* em diferentes cultivares de feijão-caupi em condições de laboratório (T = 25 $\pm$ 2°C, UR = 70 $\pm$ 10%, fotofase de 12h).

| Cultivares      | n fêmea/macho | Longevidade fêmea   | Longevidade macho   | Pré-oviposição   | Oviposição         | Pós-oviposição     | Fecundidade        |
|-----------------|---------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| BR 17-Gurguéia  | 28/3          | 36,4 $\pm$ 7,38 ab  | 39,0 $\pm$ 8,66 ab  | 1,07 $\pm$ 0,05a | 28,6 $\pm$ 0,85 a  | 2,14 $\pm$ 0,37 bc | 85,2 $\pm$ 5,35 a  |
| Epace 10        | 33/4          | 33,3 $\pm$ 4,13 b   | 31,5 $\pm$ 4,03b    | 1,42 $\pm$ 0,13a | 19,1 $\pm$ 0,76 c  | 4,33 $\pm$ 0,49 a  | 26,4 $\pm$ 1,21 d  |
| BRS Pajeú       | 22/8          | 34,2 $\pm$ 1,40 b   | 43,1 $\pm$ 2,90 a   | 1,18 $\pm$ 0,11a | 22,8 $\pm$ 2,00 c  | 5,81 $\pm$ 0,94 a  | 37,9 $\pm$ 4,75 c  |
| BRS Inhuma      | 21/8          | 34,2 $\pm$ 1,51 b   | 39,1 $\pm$ 2,7 a    | 1,57 $\pm$ 0,16a | 22,3 $\pm$ 1,67 c  | 4,29 $\pm$ 0,86 a  | 44,8 $\pm$ 8,03 bc |
| BRS Marataoã    | 32/2          | 34,1 $\pm$ 11,33 b  | 42,0 $\pm$ 13,89 ab | 1,15 $\pm$ 0,10a | 23,3 $\pm$ 0,93 b  | 1,91 $\pm$ 0,52 c  | 73,8 $\pm$ 8,98 a  |
| BRS Exuberante  | 23/7          | 32,0 $\pm$ 1,23 c   | 36,4 $\pm$ 3,49 ab  | 1,58 $\pm$ 0,11a | 19,5 $\pm$ 1,27 c  | 3,35 $\pm$ 0,67 b  | 43,7 $\pm$ 5,35 bc |
| BRS Aracê       | 23/7          | 34,5 $\pm$ 1,02 b   | 31,0 $\pm$ 1,93 b   | 1,52 $\pm$ 0,14a | 22,1 $\pm$ 1,08 b  | 2,87 $\pm$ 0,58 b  | 46,7 $\pm$ 4,48 bc |
| BRS Novaera     | 30/2          | 35,4 $\pm$ 11,85 ab | 37,0 $\pm$ 13,1 ab  | 1,13 $\pm$ 1,06a | 22,5 $\pm$ 0,92 bc | 4,63 $\pm$ 0,62 a  | 42,9 $\pm$ 4,10 bc |
| BRS Verdejante  | 33/6          | 38,2 $\pm$ 1,88 a   | 37,1 $\pm$ 3,11 ab  | 1,33 $\pm$ 0,07a | 22,7 $\pm$ 0,99 b  | 4,91 $\pm$ 0,65 a  | 52,3 $\pm$ 4,23 b  |
| BRS Tumucumaque | 29/5          | 35,1 $\pm$ 2,51b    | 36,0 $\pm$ 3,71 ab  | 1,27 $\pm$ 0,10a | 22,8 $\pm$ 0,98 b  | 3,69 $\pm$ 0,72 ab | 46,5 $\pm$ 2,84 bc |

EP = erro padrão. n = Número de indivíduos. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de bootstrap pareado ( $p < 0,05$ ).

A cultivar Epace 10, reduziu a longevidade dos machos, período de oviposição (33,2%) e fecundidade das fêmeas de *T. neocaledonicus*, características que indicam a presença de resistência por antibiose. Em contrapartida, a cultivar BR 17-Gurguéia ocasionou altas longevidades associadas a um maior período de oviposição e maior fecundidade às fêmeas de *T. neocaledonicus*, com isso, contribui para o aumento populacional dos ácaros de forma significativa, mostrando suscetibilidade à *T. neocaledonicus*.

Briozo *et al.* (2023), verificaram longevidade média de fêmeas de *T. neocaledonicus* de 43,78 dias em feijão-caupi, oviposição durante 38,2 dias e fecundidade de 93,75 ovos por fêmea. Em genótipos de feijão-fava, a menor longevidade das fêmeas foi de 39,47 dias e o menor período de oviposição consistiu em 37,02 dias (genótipo UFPI-822) (França *et al.* 2018). Valores significativamente maiores que os encontrados neste estudo, onde a menor longevidade foi 32,0 dias (BRS Exuberante), menor período de oviposição foi de 19,1 dias (Epace 10) e menor fecundidade 26,4 ovos/fêmea (Epace 10).

Parâmetros como a fecundidade e a longevidade são essenciais para a compreensão fisiológica de reprodução de artrópodes fitófagos (Golizadeh *et al.*, 2017). Genótipos que possuem resistência por antibiose, podem influenciar negativamente a duração do tempo de vida dos indivíduos e o desenvolvimento populacional (Lara, 1991).

A cultivar Epace 10, que apresentou resistência por antibiose neste estudo, embora não tenha sido estudado antes quanto à resistência de plantas a ácaros fitófagos, foi bastante utilizado em investigações de plantas resistentes ao pulgão-preto (*Aphis craccivora* Koch, 1854). Epace 10 esteve entre as cultivares mais resistentes ao pulgão-preto, sendo recomendado para programas de melhoramento (Silva *et al.*, 2012). Reduziu o potencial reprodutivo do inseto, apresentando resistência moderada quando comparado a outras cultivares de *V. unguiculata* (Silva; Bleicher, 2010). E esteve entre os de menor preferência pelo inseto (Moraes; Bleicher, 2007).

A baixa reprodução de uma praga devido ao efeito da antibiose, pode ser originada devido a composição química da planta, que pode apresentar toxinas, como inibidores capazes de mitigar o crescimento ou reprodução; e a nutrição inadequada da praga é capaz de afetar a fecundidade, longevidade e demais parâmetros biológicos (Souza *et al.*, 2021). A qualidade e a quantidade da fonte de

alimento dos artrópodes fitófagos também são fatores que podem afetar a longevidade e a fecundidade (Santamaria *et al.*, 2018; Shoorooei *et al.*, 2013). Além das características químicas e nutricionais, Peterson, Varella e Higley (2017) destacam que as características físicas e morfológicas das plantas atuam sobre a oviposição de artrópodes, por exemplo, as cutículas e tricomas presentes nas folhas (Demis, 2024; Mookiah *et al.*, 2021; Zeist *et al.*, 2021). Outras causas das variações dos resultados, seriam: método de cultivo, linhagem geográfica e as circunstâncias experimentais (Islam *et al.*, 2017; Osman; Al Dhafar; Alqahtani *et al.*, 2019).

### **3.2 Tabela de vida de fertilidade de *T. neocaledonicus***

Os parâmetros da tabela de vida populacional do ácaro *T. neocaledonicus* foram significativamente afetados pelos diferentes cultivares de feijão-caupi ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2). *T. neocaledonicus* apresentou alta taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ) e maior taxa de crescimento intrínseco ( $r_m$ ) nas cultivares BR 17-Gurguéia e BRS Marataoã, diferindo significativamente das outras cultivares avaliadas, contudo BRS Marataoã se assemelhou também as cultivares de valores intermediários quanto a  $R_o$ . As menores taxas de  $R_o$  foram encontradas para Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma, BRS Exuberante e BRS Aracê. E para  $r_m$  as menores taxas foram averiguadas nas cultivares Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma, BRS Exuberante, BRS Aracê, BRS Novaera e BRS Tumucumaque. Por outro lado, a duração média de uma geração ( $T$ ) de *T. neocaledonicus* foi maior nas cultivares BRS Inhuma e BRS Aracê e menor em BR 17-Gurguéia. BRS Pajeú, BRS Marataoã, BRS Exuberante e BRS Novaera apresentaram valores médios de  $T$  estatisticamente iguais aos de BRS Inhuma e BRS Aracê e as demais cultivares que apresentaram valores intermediários (Tabela 2).

**Tabela 2** - Tabela de vida de *T. neocaledonicus* em diferentes cultivares de feijão-caupi em condições de laboratório (T = 25 ± 2°C, UR = 70 ± 10%, fotoperíodo de 12h).

| Cultivares      | n  | $R_o$           | $r_m$          | T (dias)       |
|-----------------|----|-----------------|----------------|----------------|
| BR 17-Gurguéia  | 31 | 77,0 ± 16,65 a  | 0,31 ± 0,01 a  | 14,0 ± 0,38 c  |
| Epace 10        | 37 | 23,6 ± 3,31c    | 0,19 ± 0,04 c  | 16,2 ± 0,21 b  |
| BRS Pajeú       | 30 | 27,8 ± 4,61 c   | 0,19 ± 0,01 c  | 17,3 ± 0,23 ab |
| BRS Inhuma      | 29 | 32,5 ± 6,85 bc  | 0,19 ± 0,01 c  | 17,9 ± 0,37 a  |
| BRS Marataoã    | 34 | 69,5 ± 24,22 ab | 0,25 ± 0,08 a  | 17,2 ± 0,22 ab |
| BRS Exuberante  | 31 | 33,9 ± 5,29 bc  | 0,20 ± 0,01 bc | 17,4 ± 0,46 ab |
| BRS Aracê       | 30 | 35,8 ± 5,01 bc  | 0,19 ± 0,01 c  | 18,1 ± 0,40 a  |
| BRS Novaera     | 32 | 40,3 ± 13,86 b  | 0,21 ± 0,01 bc | 17,0 ± 0,23 ab |
| BRS Verdejante  | 39 | 44,3 ± 5,02 b   | 0,22 ± 0,01 b  | 16,9 ± 0,25 b  |
| BRS Tumucumaque | 34 | 36,6 ± 4,56 b   | 0,21 ± 0,01 bc | 17,3 ± 0,28 ab |

Média ± erro padrão. n = número de indivíduos.  $R_o$  = taxa líquida de reprodução.  $r_m$  = taxa intrínseca de crescimento. T = duração média de uma geração. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de bootstrap pareado (p<0,05).

As cultivares de feijão-caupi Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma, BRS Exuberante e BRS Aracê reduziram significativamente a taxa líquida de reprodução e taxa intrínseca de crescimento de *T. neocaledonicus* e prolongaram a duração média de uma geração. As cultivares BR 17-Gurguéia e BRS Marataoã proporcionaram um aumento na taxa líquida de reprodução e taxa intrínseca de crescimento e BR 17-Gurguéia ainda reduziu de forma significativa a duração média de uma geração.

*Tetranychus neocaledonicus* em feijão-caupi apresentou taxa líquida de reprodução de 84,58±10,48 e taxa intrínseca de crescimento de 0,187±0,006 (Briozo *et al.*, 2023). Nere *et al.* (2021) investigando a resistência de genótipos de feijão-fava (*P. lunatus*) a *T. neocaledonicus*, obteve no genótipo IFCE-090 a presença de resistência, taxa líquida de reprodução de 37,3±6,64, taxa intrínseca de crescimento de 0,17±0,008 e duração média de uma geração de 21,2±0,62 dias. Os parâmetros populacionais encontrados neste estudo para feijão-caupi são inferiores, com exceção da taxa intrínseca de crescimento. Bazazzadeh *et al.* (2020) encontraram para *Tetranychus turkestanii* Ugarov & Nikolski taxa líquida de reprodução e taxa intrínseca de crescimento de 42,33±4,648 e 0,211±0,007, respectivamente. Valores abaixo dos encontrados para Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma, BRS Exuberante e BRS Aracê que reduziram o desenvolvimento populacional de *T. neocaledonicus*.

Os parâmetros populacionais estimados pela tabela de vida e fertilidade são essenciais e seguros para o conhecimento dos efeitos da qualidade do hospedeiro sobre artrópodes fitófagos (Segura-Martínez *et al.*, 2023). As tabelas são

constituídas por dados referentes à sobrevivência e reprodução de determinada população de indivíduos e podem ser utilizadas para estimar o crescimento da população e ter um conhecimento prévio e estimado do período ideal para manejar um indivíduo-praga (Chi *et al.*, 2022).

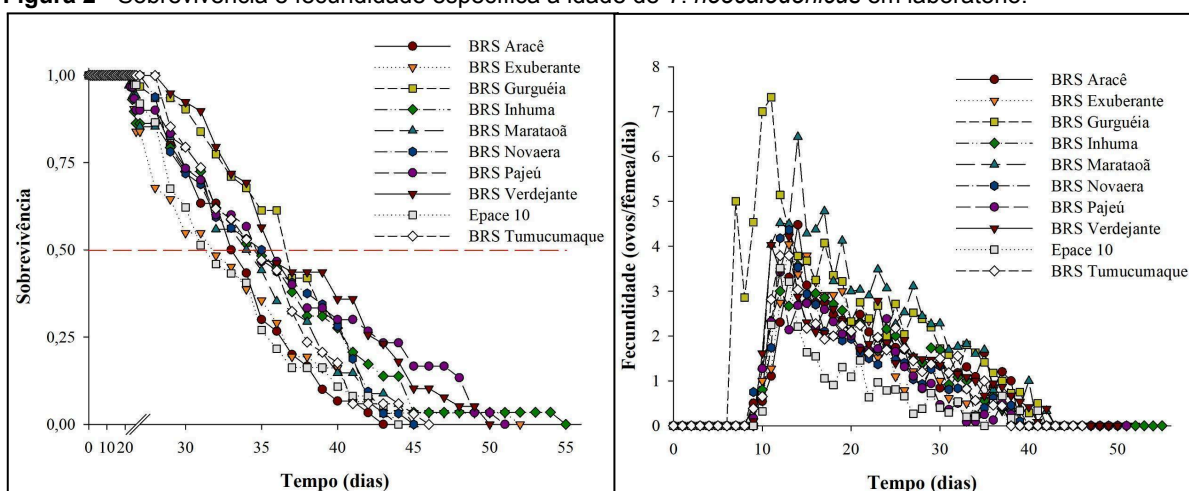
A taxa intrínseca de crescimento de *T. neocaledonicus* foi maior em BR 17-Gurguéia e menor em várias cultivares (Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhuma e BRS Aracê, entre outros) de feijão-caupi. Dentre os parâmetros populacionais avaliados, a taxa intrínseca de crescimento é o mais relevante para avaliar de forma geral o desenvolvimento de um organismo em diferentes hospedeiros, o parâmetro envolve informações referentes a sobrevivência, desenvolvimento e fecundidade (Southwood, 1978). Compreende o potencial máximo de crescimento de uma população sob circunstâncias determinadas, sejam bióticas e/ou abióticas (Janssen *et al.*, 2022). Quanto maior a taxa intrínseca de crescimento, mais favorável é o genótipo para a geração de novos indivíduos de determinada espécie em determinadas condições (Briozo *et al.*, 2023). Entretanto, o parâmetro taxa líquida de reprodução exerce influência sobre a taxa intrínseca de crescimento, estando diretamente relacionado (Karlec *et al.*, 2017). Esse parâmetro pode demonstrar o nível de adequação da planta hospedeira para o desenvolvimento de ácaros tetraniquídeos (Briozo *et al.*, 2023). Os parâmetros reprodutivos podem apresentar variações intraespecíficas e interespecíficas (Karlec *et al.*, 2017).

Características próprias dos cultivares influenciam o crescimento populacional de ácaros e insetos, como a condição nutricional da planta hospedeira, características químicas, físicas e/ou morfológicas (Moro *et al.*, 2012; Zhu *et al.*, 2023). A nutrição da planta hospedeira é um fator determinante para a demografia dos ácaros, afetando parâmetros como a taxa intrínseca de crescimento, taxa líquida de reprodução e tempo médio de gerações (Sadeghi; Shoushtari; Madani, 2016). As plantas são capazes de produzir metabólitos secundários tóxicos a pragas (Peterson *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2024). O tamanho e a morfologia de estruturas físicas são capazes de conferir resistência a pragas, como os tricomas e espinhos, resistência, cutícula e cerosidade das folhas (Peterson *et al.*, 2016). Assim, as diferenças obtidas entre os parâmetros da tabela de vida e fertilidade podem ser imputadas a características físicas, morfológicas e/ou químicas (Abbes *et al.*, 2024).

A sobrevivência específica à idade de *T. neocaledonicus* não foi influenciada pelas cultivares de feijão-caupi. A sobrevivência sofreu declínio entre 22 e 30 dias de

idade dos ácaros (Figura 2). A fecundidade das fêmeas de *T. neocaledonicus* teve início antes do décimo dia de idade, oscilando durante o tempo de vida, onde no início do período de oviposição foram observados os maiores picos de oviposição em BR 17-Gurguéia e BRS Marataoã (Figura 2).

**Figura 2** - Sobrevivência e fecundidade específica à idade de *T. neocaledonicus* em laboratório.



-- : 50% de sobrevivência.

BR 17-Gurguéia e BRS Marataoã apresentaram os maiores níveis de oviposição em relação as outros cultivares, levando em consideração a oviposição até os 30 dias de idade das fêmeas de *T. neocaledonicus*, o que ocasionou a maior fecundidade das fêmeas nesses hospedeiros.

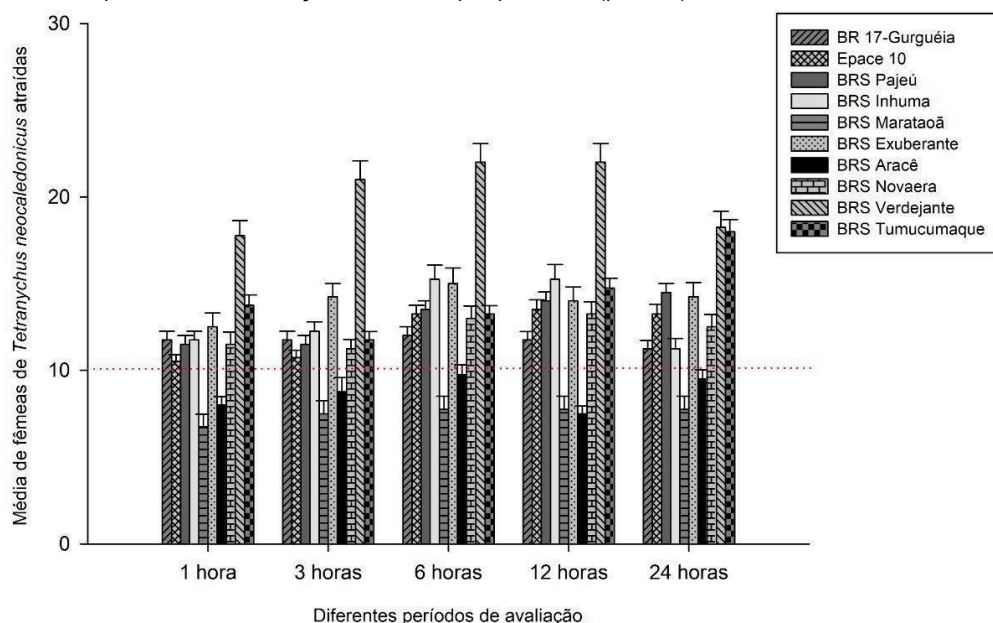
A fecundidade de espécies de *Tetranychus* spp. se relaciona diretamente com a espécie vegetal hospedeira (Briozo *et al.*, 2023; Treviño-Barbosa *et al.*, 2022). As diferenças encontradas podem ser atribuídas a qualidade e quantidade de nutrientes disponíveis na alimentação de ácaros, assim como a composição química das plantas, pois são fatores que se influenciam diretamente a fecundidade desses organismos (Crooker, 1985; Dabrowski; Bielak, 1978; Fahim; Momen; El-Saiedy, 2020).

### 3.4 Resistência por antixenose - Teste de preferência

Em relação ao efeito antixenose das cultivares de feijão-caupi sobre *T. neocaledonicus*, os testes de escolha para preferência para abrigo demonstraram que a seleção do hospedeiro começou 1 h após a exposição as cultivares de feijão-caupi ( $\chi^2=24,02$ ;  $p=0,0043$ ) e que após 3 ( $\chi^2=23,05$ ;  $P=0,0061$ ), 6 ( $\chi^2=21,79$ ;

$p=0,0096$ ), 12 ( $\chi^2=26,98$ ;  $P=0,0014$ ) e 24 ( $\chi^2=21,30$ ;  $P=0,0114$ ) horas essa seleção foi significativa entre as cultivares ( $p<0,05$ ) (Figura 3).

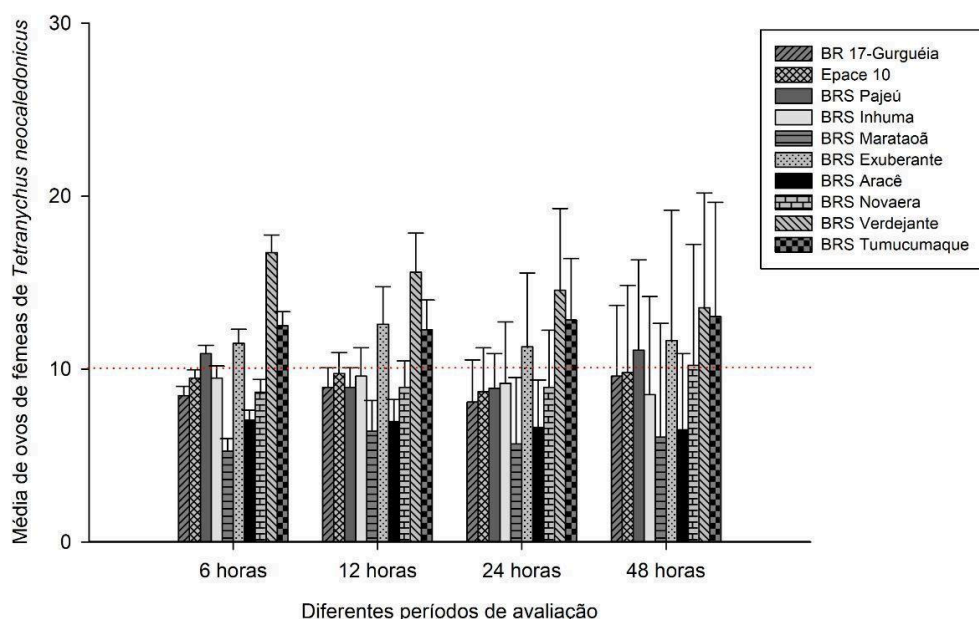
**Figura 3** - Fêmeas de *T. neocaledonicus* atraídas (média $\pm$ EP) pelos diferentes cultivares de feijão-caupi em diferentes períodos de avaliação. Teste de qui-quadrado ( $p<0,05$ ).



- - - : tendência de distribuição normal (10%).

A seleção de cultivares de feijão-caupi para a oviposição não foi significativa nas duas primeiras horas avaliadas, nos demais períodos de avaliação observou-se uma diferença significativa na oviposição de *T. neocaledonicus* ( $p<0,05$ ) (6h ( $\chi^2=22,17$ ;  $P=0,0084$ ), 12h ( $\chi^2=47,09$ ;  $P<0,0001$ ), 24h ( $\chi^2=89,76$ ;  $P<0,0001$ ) e 48h ( $\chi^2=158,6$ ;  $P<0,0001$ ) (Figura 4).

**Figura 4** - Número de ovos de *T. neocaledonicus* (média±EP) em diferentes cultivares de feijão-caupi em diferentes períodos de avaliação.



-- : tendência de distribuição normal (10%).

A resistência por antixenose ocorre quando um herbívoro não é atraído pela planta hospedeira, o que resulta na rejeição da planta como fonte de alimento, como abrigo e local ideal para deposição de ovos (Baldin; Vendramim; Lourenção, 2019). O efeito da antixenose é causado pelas plantas através de estruturas morfológicas, proteínas defensivas, moléculas capazes de intoxicar ou repelir os herbívoros, produção de compostos orgânicos voláteis que estão relacionados com a defesa direta e indireta das plantas (Weinblum *et al.*, 2021). Os efeitos antixenóticos tornam o hospedeiro inadequado para abrigo, alimentação e oviposição de uma praga (Shoorooei *et al.*, 2018).

Genótipos de feijão-fava apresentaram diferentes níveis de resistência por antixenose a *T. neocaledonicus* (França *et al.*, 2018). Diferentes genótipos de maracujá mostraram ser resistentes ao ácaro *Tetranychus mexicanus* por antixenose (Da Silva *et al.*, 2020). Genótipos de berinjela (*Solanum melongena* L.) são resistentes a *T. urticae* por antixenose, sendo capazes de mitigar a incidência do ácaro (Siddhartha *et al.*, 2023). As cultivares de feijão-caupi demonstraram efeitos de leve antixenose sobre as fêmeas de *T. neocaledonicus* em diferentes horários de avaliação, afetando o comportamento de oviposição, após 6 horas de exposição as cultivares (Figura 4).

## 4 CONCLUSÃO

As cultivares de feijão-caupi não afetaram o desenvolvimento dos estágios imaturos (ovo-adulto) de *T. neocaledonicus*.

As cultivares de feijão-caupi influenciaram a longevidade dos ácaros, a oviposição e a fecundidade das fêmeas de *T. neocaledonicus*. A cultivar BR 17-Gurguéia promoveu um aumento no período de oviposição e uma maior fecundidade de fêmeas de *T. neocaledonicus*. Enquanto BRS Exuberante, ocasionou menor longevidade e Epace 10 a menor oviposição e fecundidade.

Os parâmetros populacionais de *T. neocaledonicus* foram afetados pelas plantas hospedeiras. Epace 10, BRS Pajeú, BRS Inhumã, BRS Exuberante e BRS Aracê reduziram significativamente a taxa líquida de reprodução e taxa intrínseca de crescimento de *T. neocaledonicus* e prolongaram a duração média de uma geração. Por outro lado, BR 17-Gurguéia e BRS Marataoã provocaram o aumento da taxa líquida de reprodução e taxa intrínseca de crescimento e BR 17-Gurguéia ainda reduziu o tempo médio de uma geração.

Embora as cultivares tenham apontado fontes de resistência por antixenose essa não demonstrou ser bem estabelecida nessa relação planta-ácaro. Não sendo possível identificá-las dentro de um horário de avaliação.

Os resultados indicam que a cultivar Epace 10 pode ser utilizada como uma fonte de resistência a *T. neocaledonicus* e que BR 17-Gurguéia é favorável ao desenvolvimento de *T. neocaledonicus*. Assim, é fundamental investigar as causas específicas da resistência por antibiose da cultivar Epace 10 a *T. neocaledonicus*.

## REFERÊNCIAS

ABBES, K. *et al.* Using Age-Stage Two-Sex Life Tables to Assess the suitability of three solanaceous host plants for the invasive cotton mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley. **Plants**, v. 13, n. 10, p. 1381, 2024.  
<https://doi.org/10.3390/plants13101381>.

BALDIN, E. L. L., VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, J. D. **Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações**, Piracicaba, São Paulo: FEALQ, 2019. p. 435-472.

BASTOS, C. S. *et al.* Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP. In: VISOTTO, L. E. *et al.* **Avanços tecnológicos aplicados à pesquisa na produção vegetal**. Rio Paranaíba, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, 2015. p. 31-72.

BAZAZZADEH, F. *et al.* Development, reproduction and life table parameters of *Tetranychus turkestani* (Acari: Tetranychidae) on three different host plants. **Acarologia**, v. 60, n. 3, p. 643-655, 2020. <https://dx.doi.org/10.24349/acarologia/20204393>.

BLAAZER, C. J. H. *et al.* Why do herbivorous mites suppress plant defenses?. **Front Plant Sci**, v. 9, p. 1057, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01057>.

BRIOZO, M. E. O. *et al.* Biology and life table of *Tetranychus neocaledonicus* André (1933)(Acari: Tetranychidae) in different hosts. **Syst Appl Acarol**, v. 28, n. 3, p. 497-507, 2023. <https://doi.org/10.11158/saa.28.3.7>.

CHI, H. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. **Environ Entomol**, v. 17, p. 26-34, 1988. <https://doi.org/10.1093/ee/17.1.26>.

CHI, H. 2017 TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. (<http://140.120.197.173/Ecology/prod02.htm>) (Accessed 21 mai 2025).

CHI, H. *et al.* TWOSEX-MSChart: the key tool for life table research and education. **Entomol Gen**, v. 42, n. 6, p. 845-849, 2022. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2022/1851>.

CROOKER, A. Embryonic and juvenile development - The Tetranychidae. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (Eds.), **Spider Mites Their Biology Natural Enemies and Control**. Amsterdam: Elsevier, 1985. p. 149-163.

DABROWSKI, Z. T.; BIELAK, B. Effect of some plant chemical compounds on the behaviour and reproduction of spider mites (Acarina: Tetranychidae). **Entomol Exp Appl**, v. 24, n. 3, p. 317-326, 1978.

DA SILVA, L. C. *et al.* Parâmetros demográficos do *Aphis craccivora* Koch, 1854 em cultivares e variedades crioulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp da região amazônica. **Acta Iguazu**, v. 7, n. 5, p. 109-119, 2018. <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v7i5.18698>.

DA SILVA, P. R. *et al.* Assessing the resistance of passion fruit genotypes as control method to *Tetranychus mexicanus*. **Crop Protection**, v. 128, p. 104990, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104990>.

DEMIS, E. Mechanism of plant resistance to insects, weeds and pathogens. **Middle East Res J Agric Food Sci**, v. 4, n. 2, p. 76-85, 2024. <https://doi.org/10.36348/merjafs.2024.v04i02.005>.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. **An introduction to the bootstrap**. New York: Chapman and Hall/CRC, 1993. 436 p.

ESTEVEZ FILHO, A. B. *et al.* Toxicidade de espiromesifeno e acaricidas naturais para *Tetranychus urticae* Koch e compatibilidade com *Phytoseiulus macropilis* (Banks). **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2675-2686, 2013.

FAHIM, S. F., MOMEN, F. M., EL-SAIEDY, E. S. M. Life table parameters of *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae) on four strawberry cultivars. **PJA**, v. 9, n. 1, p. 43–56, 2020. <https://doi.org/10.22073/pja.v9i1.54771>.

FRANÇA, S. M. *et al.* Resistance of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) to the red spider mite *Tetranychus neocaledonicus* (Acari: Tetranychidae). **Front Plant Sci**, v. 9, p. 1466, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01466>.

GOLIZADEH, A. *et al.* Comparative life table analysis of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on ten rose cultivars. **Acarologia**, v. 57, n. 3, p. 607-616, 2017. <https://dx.doi.org/10.24349/acarologia/20174176>.

GOMES NETO, A. V. *et al.* First record of mites associated with lima bean (*Phaseolus lunatus* L.). **J Plant Prot Res**, v. 59, n. 3, p. 418-422, 2019. <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.129752>.

GUIHUA, J., *et al.* Selectivity and fitness of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae) to different varieties of eggplant. **Acta Entomol Sin**, v. 59, n. 3, p. 328-336, 2016.

ISLAM, M. T. *et al.* Host-dependent life history and life table parameters of *Tetranychus truncatus* (Acari: Tetranychidae). **Syst Appl Acarol**, v. 22, n. 12, p. 2068-2082, 2017. <https://doi.org/10.11158/saa.22.12.4>.

JANSSEN, A. *et al.* Estimating intrinsic growth rates of arthropods from partial life tables using predatory mites as examples. **Exp Appl Acarol**, v. 86, n. 3, p. 327-342, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10493-022-00701-2>.

KARLEC, F. *et al.* Development of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in different strawberry cultivars. **Rev Bras Frutic**, v. 39, n. 1, p. e-171, 2017. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017171>.

KOS, S. P.; KLINKHAMER, P. G. L.; LEISS, K. A. Cross-resistance of chrysanthemum to western flower thrips, celery leafminer, and two-spotted spider mite. **Entomol Exp Appl**, v. 151, n. 3, p. 198-208, 2014. <https://doi.org/10.1111/eea.12185>.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2 ed. São Paulo, São Paulo, Ícone, 1991. 336 p.

LIANG, X. *et al.* Identification of Mango Cultivars' Resistance Against Red Spider Mite: Impact of Climate Elements on Resistance Performance. **Agronomy**, v. 15, n. 2, p. 324, 2025. <https://doi.org/10.3390/agronomy15020324>.

MAIA, A. H. N., LUIZ, A. J. B., CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational

aspects. **J Econ Entomol**, v. 93, n. 2, p. 511-518, 2000.  
<https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.2.511>.

MIGEON, A.; DORKELD, F. (2025) **Spider Mites Web**: a comprehensive database for the Tetranychidae. Disponível em:  
<https://www1.montpellier.inrae.fr/CBGP/spmweb>. (Accessed 28/03/2025).

MOOKIAH, S. *et al.* Host plant resistance. In: OMKAR. **Molecular Approaches for Sustainable Insect Pest Management**. Singapore: Springer Singapore, 2021. p. 1-56. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-3591-5>.

MORAES, G. J. de; CASTILHO, R. de C.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia**: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Piracicaba: Fealq, 2024. 485 p.

MORAES, G. J., FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia**: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.

MORO, L. B. *et al.* Parâmetros biológicos e tabela de vida de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em cultivares de mamão. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p. 487-493, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000300016>.

MOUDEN, S.; LEISS, K. A. Host plant resistance to thrips (Thysanoptera: Thripidae)—current state of art and future research avenues. **Curr Opin Insect Sci**, v. 45, p. 28-34, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.11.011>.

NAVES, P.; NÓBREGA, F.; AUGER, P. Updated and annotated review of Tetranychidae occurring in mainland Portugal, the Azores, and Madeira Archipelagos. **Acarologia**, v. 61, n. 2, p. 380-393, 2021.  
<https://dx.doi.org/10.24349/acarologia/20214437>.

NERE, D. R. *et al.* Identification of *Tetranychus neocaledonicus* (Acari: Tetranychidae) - resistant genotypes in *Phaseolus lunatus*. **Syst Appl Acarol**, v. 26, n. 12, p. 2417-2425, 2021. <https://doi.org/10.11158/saa.26.12.16>.

OKI, N., *et al.* QTL mapping of antixenosis resistance to common cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius) in wild soybean (*Glycine soja*). **PLoS One**, v. 12, n. 12, p. e0189440, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189440>.

OSMAN, M. A., AL DHAFAR, Z. M., ALQAHTANI, A. M. Biological responses of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* to different host plants. **Arch Phytopathol Plant Prot**, v. 52, n. 17-18, p. 1229-1238, 2019.  
<https://doi.org/10.1080/03235408.2019.1703299>.

PETERSON, J. A. *et al.* Integration of plant defense traits with biological control of arthropod pests: challenges and opportunities. **Front Plant Sci**, v. 7, p. 1794, 2016.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01794>.

PETERSON, R. K., VARELLA, A. C., HIGLEY, L. G. Tolerance: the forgotten child of plant resistance. **PeerJ**, v. 5, p. e3934, 2017. <https://doi.org/10.7717/peerj.3934>.

PORTILLA, M. *et al.* Life tables as tools of evaluation and quality control for arthropod mass production. In: MORALES-RAMOS, J. A., ROJAS, M. G., SHAPIRO-ILLAN, D. I. **Mass production of beneficial organisms**. Londres, Reino Unido, Academic Press, 2014. pp. 241-275.

RODRIGUES, R. A.; AMARAL, E. A. do; GALVÃO, A. S. Acarofauna em açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) conduzido em diferentes sistemas de cultivo. **Revista Agro@ambiente on-line**, v. 10, n. 3, p. 273-281, 2016. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i3.3074>.

RSTUDIO. (2023) RStudio: Ambiente de Desenvolvimento Integrado para R [Internet]. Boston, MA. Disponível em: <http://www.rstudio.com/>.

SADEGHI, E.; SHOUSHARI, R. V.; MADANI, H. The influence of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) life table and reproductive parameters by applying Si on bean at library condition. **Adv Entomol**, v. 4, n. 05, p. 260, 2016. <http://dx.doi.org/10.4236/ae.2016.45027>.

SAS, Institute Inc., (2001) SAS versão 8.1 [Programa de® Computador]. Cary, N.C., SAS Institute Inc.

SANTAMARIA, M. E. *et al.* Plant perception and short-term responses to phytophagous insects and mites. **Inter J Mol Sci**, v. 19, n. 5, p. 1356, 2018. <https://doi.org/10.3390/ijms19051356>.

SEGURA-MARTÍNEZ, Ma. T. de J. *et al.* Life table parameters of *Tetranychus merganser* Boudreaux (Acari: Tetranychidae) on five host plants. **Insects**, v. 14, n 5, p. 473, 2023. <https://doi.org/10.3390/insects14050473>.

SHOOROOEI, M. *et al.* Antixenosis and antibiosis response of common bean (*Phaseolus vulgaris*) to two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). **Exp Appl Acarol**, v. 74, p. 365-381, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10493-018-0240-4>.

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. **J Hortic Sci Biotechnol**, v. 88, n. 1, p. 73-78, 2013. <https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11512938>.

SIDDHARTHA, K. *et al.* Influence of Trichomes on the Incidence of Two Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* on Brinjal. **Indian J Entomol**, v. 85, p. 1084-1087, 2023. <http://dx.doi.org/10.55446/IJE.2021.66>.

SIERRA-MONROY, J. A., *et al.* Resistance of eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivars to *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae). **Agron Mesoam**, v. 32, n. 2, p. 452-465, 2021. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v32i2.42079>.

SINGH, P.; PRAKASH, P.; SINGH, R. N. Biochemical response to *Tetranychus neocaledonicus* André infested and healthy leaves of different varieties of brinjal. **J Exp Zool India**, v. 26, n. 1, p. 1027-1033, 2023.

<https://doi.org/10.51470/jez.2023.26.1.1027>.

SINGH, P.; SINGH, R. N. Evaluation of acaricides and botanicals against the vegetable mite *Tetranychus neocaledonicus* Andre on brinjal crop under laboratory and field conditions. **J Pure Appl Microbiol**, v. 10, n. 4, p. 2969-2974, 2021. <http://dx.doi.org/10.22207/JPAM.10.4.65>.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. 2nd ed. London: Chapman and Hall, 1978. 524p.

SOUZA, C. S. F. *et al.* Resistência de sorgo a insetos-praga. In: MENEZES, C. B. (ed.). **Melhoramento genético de sorgo**. Brasília, Distrito Federal, Embrapa, 2021. pág. 396-437.

STENBERG, J. A. A conceptual framework for integrated pest management. **Trends Plant Sci**, v. 22, p. 759-769, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2017.06.010>.

TREVIÑO-BARBOSA, G. *et al.* The resistance of seven host plants to *Tetranychus merganser* Boudreaux (Acari: Tetranychidae). **Insects**, v. 13, n. 2, p. 167, 2022. <https://doi.org/10.3390/insects13020167>.

WEINBLUM, N. *et al.* Tomato cultivars resistant or susceptible to spider mites differ in their biosynthesis and metabolic profile of the monoterpenoid pathway. **Front Plant Sci**, v. 12, p. 630155, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.630155>.

ZEIST, A. R. *et al.* Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato species and hybrids and its association with leaf trichomes. **Euphytica**, v. 217, n. 5, p. 85, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10681-021-02815-x>.

ZHANG, Q. *et al.* Molecular characterization analysis and adaptive responses of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to nutritional and enzymatic variabilities in various maize cultivars. **Plants**, v. 13, n. 5, p. 597, 2024. <https://doi.org/10.3390/plants13050597>.

ZHU, C. *et al.* Comparative transcriptome analysis of defense response of potato to *Phthorimaea operculella* infestation. **Plants**, v. 12, n. 17, p. 3092, 2023. <https://doi.org/10.3390/plants12173092>.

## CAPÍTULO II

### EFEITO ACARICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE O ÁCARO-VERMELHO *Tetranychus neocaledonicus* ANDRÉ (1933) (Acari: Tetranychidae).

#### RESUMO

Os ácaros fitófagos da família Tetranychidae, como *Tetranychus neocaledonicus*, causam prejuízos relevantes em cultivos tropicais, especialmente pela rápida reprodução e resistência a acaricidas sintéticos. Diante dos riscos ambientais e à saúde associados ao uso contínuo desses produtos, há crescente interesse por alternativas naturais, como os óleos essenciais (OEs). Com o presente estudo objetivou-se avaliar a toxicidade, o efeito ovicida e a atividade repelente dos OEs de *Ageratum* sp., *Chenopodium ambrosioides* e *Ocimum gratissimum* sobre *T. neocaledonicus*. Os bioensaios foram conduzidos em laboratório, com extração dos OEs por hidrodestilação e identificação dos compostos majoritários por GC-MS. Os OEs foram aplicados em discos foliares de feijão-caupi, e os efeitos sobre fêmeas adultas, ovos e comportamento de escolha dos ácaros foram avaliados. As concentrações letais (CL<sub>20</sub>, CL<sub>30</sub>, CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) foram determinadas em teste de toxicidade, sendo CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub> utilizadas nos testes ovicidas, e CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub> nas avaliações de repelência. Os principais componentes majoritários para os OEs foram: α-pinene (27,38 %) e germacrene D (11,33 %) em *Ageratum* sp., α-terpinene (46,06%) e ascaridole (19,88%) em *C. ambrosioides*, e eugenol (54,37%) e 1,8-cineole (15,89 %) em *O. gratissimum*. O OE de *O. gratissimum* apresentou maior toxicidade (CL<sub>50</sub> = 3,66 µL/mL), enquanto *C. ambrosioides* promoveu a maior inibição da eclosão dos ácaros (93,5 % na CL<sub>90</sub>). Todos os óleos foram repelentes, com destaque para *O. gratissimum* na CL<sub>20</sub> e *C. ambrosioides* na CL<sub>30</sub>. Assim, *O. gratissimum* demonstrou o melhor desempenho geral e destaca-se como candidato promissor para o manejo de *T. neocaledonicus*, recomendando-se sua inclusão em futuros estudos de formulação de produtos comerciais, visando ampliar a eficácia, estabilidade e viabilidade do uso em campo no contexto de um manejo integrado sustentável.

**Palavras-chave:** controle sustentável; bioacaricida; toxicidade; efeito ovicida; repelência.

**ABSTRACT**

Phytophagous mites of the family Tetranychidae, such as *Tetranychus neocaledonicus*, cause significant damage to tropical crops, especially due to their rapid reproduction and resistance to synthetic acaricides. Given the environmental and health risks associated with the continuous use of these products, there is increasing interest in natural alternatives, such as essential oils (EOs). The objective of this study was to evaluate the toxicity, ovicidal effect, and repellent activity of the EOs of *Ageratum* sp., *Chenopodium ambrosioides*, and *Ocimum gratissimum* against *T. neocaledonicus*. The bioassays were conducted under laboratory conditions, with EO extraction by hydrodistillation and identification of the major compounds by GC-MS. The EOs were applied to cowpea leaf discs, and their effects on adult females, eggs, and mite choice behavior were evaluated. Lethal concentrations (LC<sub>20</sub>, LC<sub>30</sub>, LC<sub>50</sub>, and LC<sub>90</sub>) were determined in toxicity tests, with LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub> used in ovicidal assays, and LC<sub>20</sub> and LC<sub>30</sub> in repellency assessments. The main major components identified in the EOs were:  $\alpha$ -pinene (27.38%) and germacrene D (11.33%) in *Ageratum* sp.;  $\alpha$ -terpinene (46.06%) and ascaridole (19.88%) in *C. ambrosioides*; and eugenol (54.37%) and 1,8-cineole (15.89%) in *O. gratissimum*. The EO of *O. gratissimum* showed the highest toxicity (LC<sub>50</sub> = 3.66  $\mu$ L/mL), while *C. ambrosioides* promoted the highest inhibition of egg hatching (93.5% at LC<sub>90</sub>). All EOs were repellent, with *O. gratissimum* standing out at LC<sub>20</sub> and *C. ambrosioides* at LC<sub>30</sub>. Thus, *O. gratissimum* demonstrated the best overall performance and stands out as a promising candidate for the management of *T. neocaledonicus*. Its inclusion in future studies on the formulation of commercial products is recommended, aiming to improve efficacy, stability, and field viability in the context of sustainable integrated pest management.

**Keywords:** sustainable control; bioacaricide; toxicity; ovicidal effect ; repellency.

## 1 INTRODUÇÃO

Os ácaros fitófagos da família Tetranychidae têm provocado prejuízos significativos à agricultura, especialmente em regiões tropicais e neotropicais (Mondal; Gowda; Srinivasa, 2020). Entre eles, destaca-se a espécie *Tetranychus neocaledonicus* André (1933), amplamente distribuída em diversas regiões do mundo, com ocorrência registrada no Brasil em múltiplas culturas agrícolas (Flechtmann; Moraes, 2017; Migeon; Dorkeld, 2025). Os danos provocados resultam da perfuração e sucção do conteúdo celular das folhas, o que afeta diretamente a fotossíntese e a produtividade das plantas (Singh; Prakash; Singh, 2023; Singh; Singh 2021).

No manejo dessas pragas, os acaricidas químicos ainda têm desempenhado papel central (Yoshimura; Mukawa, 2023). No entanto, o uso contínuo de produtos sintéticos está associado a efeitos colaterais negativos a longo prazo sobre o meio ambiente e os organismos não alvo, incluindo humanos (Kumar *et al.*, 2021). Além disso, o uso frequente favorece o desenvolvimento de resistência nas populações de ácaros, tornando-os mais difíceis de controlar. Diante disso, há uma demanda crescente por métodos alternativos, eficazes e seguros, como os produtos de origem vegetal (Yoshimura; Mukawa, 2023).

Os acaricidas naturais, especialmente aqueles derivados de plantas, vêm se consolidando como alternativa sustentável. Apresentam como vantagens a baixa toxicidade ao ambiente, segurança para o ser humano e rápida degradação (Avelino *et al.*, 2019; Xin *et al.*, 2022). Os óleos essenciais (OEs), principais representantes dos produtos botânicos, demonstram múltiplos efeitos sobre artrópodes-praga, incluindo toxicidade, repelência, deterrência, inibição do crescimento e redução da fecundidade (Sobrinho; Mesquita; Mota, 2022). Além disso, o interesse atual da pesquisa têm se voltado também à identificação dos componentes ativos responsáveis por essas ações (Duarte *et al.*, 2024; Souza *et al.*, 2022), o que favorece a descoberta de novos biopesticidas comerciais.

Os OEs são misturas complexas de compostos voláteis extraídos de plantas aromáticas, cuja composição química pode variar de acordo com vários fatores, entre eles, a espécie vegetal e fatores ambientais como a estação do ano (He *et al.*, 2022; Kumar *et al.*, 2021; Catani *et al.*, 2022; Naz *et al.*, 2018). São caracterizados por seu aroma marcante e ampla gama de compostos ativos. Suas propriedades

biológicas incluem alta toxicidade sobre pragas e impacto direto sobre parâmetros reprodutivos, como demonstrado em estudos com diferentes espécies de artrópodes (Piramoon *et al.*, 2021; Zhu *et al.*, 2024). A utilização desses óleos na proteção de culturas agrícolas é considerada promissora e estratégica (Catani *et al.*, 2022).

O interesse pelo uso de OEs como acaricidas naturais têm se refletido no desenvolvimento de produtos comerciais à base desses compostos em diferentes países (Musa *et al.*, 2017; Camilo *et al.*, 2017). Óleos de plantas como alecrim (*Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae)), laranja (*Citrus sinenses* L. (Rutaceae)) e hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L. (Lamiaceae)) são promissores no manejo de alguns ácaros-praga (Marčić; Döker; Tsolakis, 2025). O OE da planta *Chenopodium ambrosioides* (Amaranthaceae) demonstrou toxicidade sobre *Tetranychus urticae* Koch (Souza *et al.*, 2015) e *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Duarte; Dos Santos; Silva, 2021). O OE de *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae) tem sido estudado por seu potencial acaricida (Ayinde *et al.*, 2022). Já *Ageratum conyzoides* (Asteraceae) demonstrou toxicidade relevante sobre *T. urticae* (Prasannakumar *et al.*, 2025), reforçando seu potencial como fonte de biopesticidas.

Dessa forma, considerando a relevância de *T. neocaledonicus* como praga emergente em diversos sistemas agrícolas e a busca crescente por ferramentas de controle, com a presente pesquisa objetivou-se avaliar a toxicidade e a atividade repelente dos óleos essenciais de *Ageratum* sp., *C. ambrosioides* e *O. gratissimum* sobre *T. neocaledonicus*, visando contribuir com o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis no manejo de ácaros fitófagos.

## 2 METODOLOGIA

Os bioensaios foram realizados no laboratório multidisciplinar do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Codó, com as seguintes condições experimentais: temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar de  $70\pm 10\%$  e fotoperíodo de 12h.

### 2.1 Criação de *Tetranychus neocaledonicus*

Os ácaros foram criados em folhas de feijão *Vigna unguiculata* L. (cultivar sempre verde). As plantas foram cultivadas em ambiente aberto, em vasos com

capacidade de 5 litros, contendo terra preta. Aproximadamente 35 a 40 dias após o plantio, as folhas foram coletadas, higienizadas e utilizadas para fazer as arenas de criação no laboratório.

As arenas foram confeccionadas em recipientes plásticos (22x14cm) contendo espumas de polietileno e papel filtro umedecidos, local onde foram acondicionadas as folhas de feijão sempre-verde com a face abaxial para cima. A margem da folha foi contornada com algodão embebido em água destilada para evitar a fuga dos ácaros e manter a umidade. As folhas foram trocadas de acordo com seu grau de deterioração, sendo os ácaros transferidos de uma folha para outra sobrepondo folhas velhas da criação sobre folhas novas para que os ácaros pudessem migrar de uma folha para outra (adaptado de Esteves Filho *et al.* 2013).

## **2.2 Identificação do material botânico para extração dos óleos essenciais (OEs)**

A identificação do material vegetal foi realizada com base em literatura especializada sobre plantas medicinais e aromáticas (Lorenzi; Matos, 2002). As espécies foram organizadas seguindo a proposta do Angiosperm Phylogeny Group-APGIV (2016), além disso, seu status de nativa ou exótica, seguiu o site da Flora do Brasil (Brasil, 2020).

## **2.3 Extração dos OEs**

Os OEs foram obtidos a partir das folhas das espécies de *Ageratum* sp. (1,486g), *C. ambrosioides* (2,991g) e *O. gratissimum* (484,9g) por meio de hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger modificado e condensador; o material vegetal foi mantido no sistema, sendo o processo acompanhado por três horas. O óleo foi tratado com sulfato de sódio anidro P.A. para retirar a água remanescente. Os OEs extraídos foram armazenados em frascos âmbar selados a 4 °C para uso posterior nos experimentos (Sousa *et al.*, 2025).

## **2.4 Análise cromatográfica e espectrometria de massas**

As análises cromatográficas foram realizadas no Laboratório de Ecologia Química, Departamento de Química Fundamental da Universidade Federal de

Pernambuco. Os OEs foram analisados por cromatografia a gás através da utilização de um cromatógrafo gasoso marca Perkin Elmer, modelo Clarus 680; a espectrometria de massas foi realizada através de um espectrômetro Perkin Elmer, modelo Clarus 680, fonte de ionização do tipo EI (impacto de elétrons) em um sistema quadrupolo. A solução de 1 mL de concentração conhecida, contendo o óleo essencial diluído em hexano foi injetada em split 1:20, assim como a solução da mistura de padrões de hidrocarbonetos: C9-C34, sendo esta solução hexânica composta por padrões comerciais da Sigma-Aldrich®. A temperatura do GC (cromatografia gasosa) foi ajustada em 60 °C por 3 min, sendo então aumentada em 2,5 °C min<sup>-1</sup> até alcançar 240 °C e mantida nesta temperatura por 10 min. O fluxo de hélio foi mantido sob pressão constante de 100 kPa. A interface do EM (espectrometria de massa) foi definida em 200 °C e os espectros de massa registrados em 70eV (em modo EI) com uma velocidade de escaneamento de 0,5 scan-s de m/z 20-350 (Sousa *et al.*, 2025).

## 2.5 Identificação química dos OEs

A partir da obtenção dos tempos de retenção dos compostos na amostra do óleo essencial, no padrão de hidrocarboneto e combinação do óleo essencial com a mistura deste padrão, foi calculado o índice de retenção para cada componente do óleo. Os componentes foram previamente identificados por similaridade dos valores dos índices de retenção e posteriormente confirmados por comparação dos Wiley Registry™ 9th Edition (Sousa *et al.*, 2025).

## 2.6 Toxicidade dos OEs sobre fêmeas adultas de *T. neocaledonicus*

Foram confeccionadas arenas com discos foliares (3,5 cm de Ø) de feijão-caupi (cultivar sempre verde). Esses foram lavados com água destilada e secos em papel toalha. Em seguida, acondicionados no interior de placas de Petri plásticas (60x15 mm) contendo esponja umedecida com água destilada, sobreposta por papel filtro. Os discos foliares foram circundados com algodão umedecido, em seguida infestados com 10 fêmeas adultas de *T. neocaledonicus* (idade entre 4 a 5 dias) (adaptada de Esteves Filho *et al.*, 2013).

Para definir as concentrações utilizadas para o estabelecimento das concentrações letais de cada OE, foram realizados testes preliminares, visando obter concentrações que matassem entre 5 e 90% dos ácaros. A partir das concentrações definidas, os discos foram submersos por 5 segundos nas soluções (OE + água destilada + DMSO(2%)) de cada tratamento de OEs, enquanto o grupo controle foi submerso em água destilada e DMSO. O DMSO foi utilizado como emulsificante, para permitir a mistura entre o óleo e a água. Após a imersão e inserção dos ácaros, os discos foliares foram mantidos em estufa incubadora do tipo B.O.D (temperatura  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa  $70\pm 10\%$  e fotofase 12 h). Os experimentos foram efetuados em delineamento inteiramente casualizado, contendo dez repetições por tratamento, sendo os testes realizados em triplicata. A mortalidade foi avaliada 48 h após a aplicação da solução, sendo considerados mortos os ácaros que não se moveram após um leve toque com pincel de pelo fino (Sousa *et al.*, 2025). As concentrações letais e subletais ( $\text{CL}_{20}$ ,  $\text{CL}_{30}$ ,  $\text{CL}_{50}$  e  $\text{CL}_{90}$ ) foram calculadas para cada óleo através do PROC PROBIT do programa SAS (SAS Institute, 2001). As razões de toxicidade para  $\text{CL}_{50}$  e  $\text{CL}_{90}$  foram calculadas pela razão entre óleo de menor toxicidade e os demais.

## **2.7 Toxicidade dos OEs sobre ovos de *T. neocaledonicus***

Arenas com discos foliares de feijão-caupi (cultivar sempre verde) foram montadas conforme descrito para o teste de toxicidade para fêmeas adultas, onde foram liberadas 3 fêmeas adultas de *T. neocaledonicus* (idade de 4 a 5 dias) durante 24 h para obtenção de ovos. Em seguida, foram contabilizados 20 ovos por disco foliar e os demais eliminados. Posteriormente, os discos foram submersos na solução com os OEs com auxílio de uma pinça entomológica. Os OEs testados foram os mesmos para avaliação de toxicidade, os tratamentos foram a  $\text{CL}_{50}$  e  $\text{CL}_{90}$  estabelecida para fêmeas adultas de *T. neocaledonicus* e a testemunha para cada produto, composta por água destilada. Os experimentos foram efetuados em delineamento inteiramente casualizado e dez repetições por tratamento. As arenas foram mantidas em estufa incubadora do tipo B.O.D. A viabilidade dos ovos foi avaliada 10 dias após a aplicação dos acaricidas, mediante a contagem do número de larvas eclodidas (Sousa *et al.*, 2025). Os resultados obtidos foram submetidos à

Análise de Variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, pelo programa SAS (SAS Institute, 2001).

## **2.8 Atividade repelente dos OEs sobre fêmeas adultas de *T. neocaledonicus***

Foram confeccionadas arenas em placas de Petri plásticas (60x15 mm) contendo espuma com 1 cm de espessura umedecida e recoberta com papel filtro. No centro de cada placa foi colocada uma lamínula de 18x18 mm, a fim de interligar dois discos de folha de feijão-caupi (3,5 cm Ø cada), sendo um tratado com a solução de OE (OE + água destilada + DMSO (2%)) e outro com água destilada e DMSO (testemunha). Foram utilizadas a CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub> dos OEs e a testemunha para cada produto. Os discos foliares foram submersos nas soluções dos produtos com auxílio de pinça entomológica durante cinco segundos, secos em papel toalha por 30 minutos e então acondicionados na placa de Petri. Em seguida, 10 fêmeas adultas de *T. neocaledonicus* (com idade entre 4 e 5 dias) foram liberadas sobre a lamínula. Cada OE foi testado separadamente, em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e 10 repetições. Os bioensaios foram avaliados 48 h após a montagem, observando-se o número de ácaros presentes em cada disco (Sousa *et al.*, 2025). Para classificar os óleos essenciais quanto à repelência utilizou-se o índice de repelência (IR) calculado pela fórmula:  $IR = 2G / (G + P)$ , onde G representa o número de ácaros atraídos pelo tratamento e P indica o número de ácaros atraídos pelo controle, em que se a média do IR for <1-DP, o óleo é repelente; se for >1+DP o óleo é atraente e se estiver entre 1 - DP e 1 + DP o óleo é considerado neutro (Matos *et al.*, 2020). O número de ácaros atraídos foi comparado usando o Proc Freq do programa estatístico SAS e interpretado pelo teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) (SAS Institute, 2001).

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Caracterização química dos OEs**

Os rendimentos percentuais dos OEs, foram de 0,11%, 0,28% e 0,61%, para *Ageratum* sp., *C. ambrosioides* e *O. gratissimum*, respectivamente, sendo o óleo de *O. gratissimum* o que apresentou maior rendimento. De modo geral, os rendimentos dos OEs foram próximos aos intervalos observados na literatura, com *Ageratum* sp.

estando entre 0,11% e 0,26 % (Gutiérrez *et al.*, 2021; Esper *et al.*, 2015). *C. ambrosioides* de 0,168% a 1,03% (Espinoza-Gavilanes *et al.*, 2024; Frankenberger *et al.*, 2018) E *O. gratissimum* entre 0,18% e 1,94% (Mohr *et al.*, 2017; Verdi; Bertoldi; Zambonim, 2021).

Diversos fatores estão ligados ao rendimento dos OEs extraídos de espécies vegetais. Fatores relacionados à precipitação pluviométrica e as condições do solo podem afetar o metabolismo secundário vegetal e provocar percentuais produtivos de OEs diferentes. Além disso, a genética, a fase de desenvolvimento da planta e a relação intraespecífica e interespecífica podem afetar o rendimento dos OEs (Costa *et al.*, 2020). Outro fator capaz de afetar o rendimento de um OE, é o local de coleta da planta, podendo apresentar diferenças de rendimento dentro de um mesmo país (Sá; Soares; Randau, 2015). O rendimento de um OE é uma das características a serem consideradas ao avaliar o potencial do OE para ser utilizado como um biopesticida. É uma informação determinante quanto à viabilidade econômica e ambiental para uso da substância (Costa *et al.*, 2020). Nesse sentido, os resultados obtidos no presente trabalho, ao demonstrarem rendimentos distintos entre as espécies estudadas, reforçam a influência desses fatores ambientais e fisiológicos já descritos na literatura, além de evidenciar a importância de considerar tais variáveis no planejamento e avaliação do uso desses OEs no manejo de pragas agrícolas ou outros fins.

Foram identificados 27 componentes para o OE de *C. ambrosioides*, correspondendo a 98,15% da composição, os principais componentes (>2%) encontrados no OE foram:  $\alpha$ -terpinene (46,06%), ascaridole (19,88%), *p*-cymene (12,82%), thymol (5,65%) e carvacrol (4,95%) (Tabela 1). No estudo de De Lima Mello *et al.* (2025) o  $\alpha$ -terpinene, ascaridole e *p*-cymene foram identificados como os principais componentes do OE, representando 46,81%, 34,82% e 11,54%, da composição, respectivamente. Outros estudos também encontraram  $\alpha$ -terpinene, *p*-cymene entre os compostos majoritários (Loyola-Zapata *et al.*, 2024). Já os compostos thymol e carvacrol foram identificados nesse OE em teores inferiores (Kasrati *et al.*, 2024). Entretanto, esses compostos majoritários já se apresentaram no OE em quantidades significativamente inferiores, não sendo classificados entre os principais componentes, o que pode ser associado ao local de coleta da planta (Equador) (Espinoza-Gavilanes *et al.*, 2024).

Tabela 1 - Composição química dos OEs de *C. ambrosioides*, *O. gratissimum* e *Ageratum sp.*

| <b>C. ambrosioides</b> |                                   |                  |                  |       | <b>Ageratum sp.</b> |                           |                  |                  |       |       |                                       |                     |                  |       |      |
|------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|-------|---------------------|---------------------------|------------------|------------------|-------|-------|---------------------------------------|---------------------|------------------|-------|------|
| N°                     | Componente <sup>a</sup>           | IRL <sup>L</sup> | IRL <sup>C</sup> | %     | N°                  | Componente <sup>a</sup>   | IRL <sup>L</sup> | IRL <sup>C</sup> | %     | N°    | Componente <sup>a</sup>               | IRL <sup>L</sup>    | IRL <sup>C</sup> | %     |      |
| 1                      | $\alpha$ -Pinene                  | 929              | 932              | 1,15  | 6                   | p-Cymene                  | 1020             | 1020             | 0,42  | 12    | Limonene                              | 1023                | 1024             | 3,79  |      |
| 2                      | $\beta$ -Pinene                   | 970              | 974              | 0,54  | 7                   | 1,8-Cineole               | 1025             | 1026             | 15,89 | 13    | Z- $\beta$ -Ocimene                   | 1036                | 1032             | 0,33  |      |
| 3                      | Myrcene                           | 991              | 988              | 0,22  | 8                   | Z- $\beta$ -Ocimene       | 1035             | 1032             | 4,50  | 14    | E- $\beta$ -Ocimene                   | 1045                | 1044             | 1,80  |      |
| 4                      | $\delta$ -3-Carene                | 1005             | 1008             | 0,10  | 9                   | E- $\beta$ -Ocimene       | 1046             | 1044             | 0,26  | 15    | $\gamma$ -Terpinene                   | 1054                | 1054             | 2,75  |      |
| 5                      | $\alpha$ -Terpinene               | 1012             | 1014             | 46,06 | 10                  | $\gamma$ Terpinene        | 1054             | 1054             | 0,27  | 16    | Terpinolene                           | 1083                | 1086             | 1,89  |      |
| 6                      | p-Cymene                          | 1020             | 1020             | 12,82 | 11                  | Linalool                  | 1098             | 1095             | 0,28  | 17    | Linalool                              | 1098                | 1095             | 0,03  |      |
| 7                      | Limonene                          | 1023             | 1024             | 1,09  | 12                  | $\delta$ -Terpineol       | 1164             | 1162             | 0,22  | 18    | p-Mentha-1,5-dien-8-ol                | 1164                | 1166             | 0,09  |      |
| 8                      | Z- $\beta$ -Ocimene               | 1036             | 1032             | 0,53  | 13                  | Terpinen-4-ol             | 1173             | 1174             | 0,22  | 19    | Terpinen-4-ol                         | 1172                | 1174             | 0,20  |      |
| 9                      | E- $\beta$ -Ocimene               | 1046             | 1044             | 0,16  | 14                  | $\alpha$ -Terpineol       | 1187             | 1186             | 0,80  | 20    | $\alpha$ -Terpineol                   | 1187                | 1186             | 0,06  |      |
| 10                     | $\gamma$ -Terpinene               | 1054             | 1054             | 0,92  | 15                  | Thymol, methyl ether      | 1233             | 1232             | 0,17  | 21    | Bornyl acetate                        | 1282                | 1284             | 0,89  |      |
| 11                     | p-Cymenene                        | 1085             | 1089             | 0,22  | 16                  | Carvacrol                 | 1301             | 1298             | 0,12  | 22    | $\delta$ -elemeno                     | 1332                | 1335             | 0,21  |      |
| 12                     | p-Mentha-1,3,8-triene             | 1107             | 1108             | 0,07  | 17                  | Eugenol                   | 1356             | 1356             | 54,37 | 23    | Copaene                               | 1370                | 1374             | 0,47  |      |
| 13                     | p-Cymen-8-ol                      | 1182             | 1179             | 0,21  | 18                  | $\alpha$ -Copaene         | 1370             | 1374             | 0,32  | 24    | $\beta$ -Elemene                      | 1386                | 1389             | 1,36  |      |
| 14                     | $\alpha$ -Terpineol               | 1187             | 1186             | 0,16  | 19                  | $\beta$ -Elemene          | 1386             | 1389             | 0,36  | 25    | Z-Caryophyllene                       | 1400                | 1408             | 0,08  |      |
| 15                     | Ascaridole                        | 1234             | 1234             | 19,88 | 20                  | E-Caryophyllene           | 1413             | 1417             | 4,03  | 26    | $\alpha$ -Santalene                   | 1414                | 1416             | 9,55  |      |
| 16                     | Carvone                           | 1240             | 1239             | 0,12  | 21                  | $\alpha$ -Humulene        | 1446             | 1452             | 0,59  | 27    | $\beta$ -Copaene                      | 1422                | 1430             | 0,08  |      |
| 17                     | E-Piperitone epoxide              | 1251             | 1252             | 0,52  | 22                  | Allo-Aromadendrene        | 1454             | 1458             | 0,08  | 28    | $\alpha$ -E-Bergamotene               | 1431                | 1432             | 0,31  |      |
| 18                     | Z-Piperitone epoxide              | 1253             | 1250             | 1,18  | 23                  | Germacrene D              | 1475             | 1480             | 1,14  | 29    | epi- $\beta$ -Santalene               | 1442                | 1445             | 1,31  |      |
| 19                     | E-Ascaridol glycol                | 1266             | 1266             | 0,38  | 24                  | $\beta$ -Selinene         | 1479             | 1489             | 4,30  | 30    | $\alpha$ -Humulene                    | 1447                | 1452             | 9,17  |      |
| 20                     | Linalool acetate <dihydro>        | 1284             | 1272             | 0,54  | 25                  | $\alpha$ -Selinene        | 1488             | 1498             | 1,47  | 31    | $\beta$ -Santalene                    | 1454                | 1457             | 0,80  |      |
| 21                     | Thymol                            | 1291             | 1289             | 5,65  | 26                  | Germacrene A              | 1499             | 1508             | 0,31  | 32    | Germacrene D                          | 1475                | 1480             | 11,33 |      |
| 22                     | Carvacrol                         | 1300             | 1298             | 4,95  | 27                  | 7-epi- $\alpha$ -Selinene | 1511             | 1520             | 0,33  | 33    | bicyclogermacrene                     | 1490                | 1500             | 5,36  |      |
| 23                     | (Z)-3-Hexenyl tiglate             | 1323             | 1319             | 0,14  | 28                  | Caryophyllene oxide       | 1577             | 1582             | 0,11  | 34    | $\alpha$ -Muuroolene                  | 1495                | 1500             | 0,09  |      |
| 24                     | Dodecamethylcyclohexasiloxane     | 1330             | 1339             | 0,22  | <b>TOTAL</b>        |                           |                  |                  |       | 93,47 | 35                                    | Germacrene A        | 1499             | 1508  | 0,57 |
| 25                     | E-Caryophyllene                   | 1412             | 1417             | 0,13  | <b>Ageratum sp.</b> |                           |                  |                  |       | 36    | $\beta$ bisabolene                    | 1504                | 1505             | 0,20  |      |
| 26                     | $\alpha$ -Humulene                | 1446             | 1452             | 0,07  | N°                  | Componente <sup>a</sup>   | IRL <sup>L</sup> | IRL <sup>C</sup> | %     | 37    | 7-epi- $\alpha$ -Selinene             | 1511                | 1520             | 0,38  |      |
| 27                     | Tetradecamethylcycloheptasiloxane | 1502             | 1518             | 0,12  | 1                   | Tricyclene                | 917              | 921              | 0,04  | 38    | $\delta$ -Cadinene                    | 1518                | 1522             | 0,35  |      |
| <b>TOTAL</b>           |                                   |                  |                  | 98,15 | 2                   | $\alpha$ -Thujene         | 924              | 924              | 0,53  | 39    | E- $\gamma$ -Bisabolene               | 1527                | 1529             | 0,21  |      |
| <b>O. gratissimum</b>  |                                   |                  |                  |       | 3                   | $\alpha$ -Pinene          | 929              | 932              | 27,38 | 40    | $\beta$ Vetivenene                    | 1545                | 1554             | 0,14  |      |
| N°                     | Componente <sup>a</sup>           | IRL <sup>L</sup> | IRL <sup>C</sup> | %     | 4                   | Camphene                  | 942              | 946              | 0,82  | 41    | (E)-Nerolidol                         | 1561                | 1561             | 0,12  |      |
| 1                      | $\alpha$ -Pinene                  | 928              | 932              | 0,46  | 5                   | Thuja-2,4(10)-diene       | 948              | 953              | 0,05  | 42    | Spathulenol                           | 1573                | 1577             | 0,79  |      |
| 2                      | $\beta$ -Pinene                   | 969              | 974              | 1,73  | 6                   | Sabinene                  | 968              | 969              | 1,54  | 43    | Globulol                              | 1586                | 1590             | 0,17  |      |
| 3                      | 1-Octen-3-OI                      | 980              | 974              | 0,13  | 7                   | Myrcene                   | 988              | 988              | 4,24  | 44    | Citronellyl pentanoate                | 1623                | 1624             | 0,19  |      |
| 4                      | Myrcene                           | 989              | 988              | 0,51  | 8                   | $\delta$ -2-Carene        | 995              | 1001             | 1,08  | 45    | 1-epi-Cubenol                         | 1628                | 1627             | 0,04  |      |
| 5                      | $\alpha$ -Terpinene               | 1011             | 1014             | 0,08  | 9                   | $\alpha$ - Phellandrene   | 999              | 1002             | 0,31  | 46    | epi- $\alpha$ -Cadinol                | 1636                | 1638             | 0,43  |      |
|                        |                                   |                  |                  |       | 10                  | $\alpha$ -Terpinene       | 1011             | 1014             | 0,42  | 47    | $\alpha$ -Cadinol                     | 1650                | 1652             | 0,31  |      |
|                        |                                   |                  |                  |       | 11                  | $\alpha$ -Cymene          | 1020             | 1022             | 1,33  | 48    | <b>Ageratochromene (precocene II)</b> | 1663                | 1658             | 3,51  |      |
|                        |                                   |                  |                  |       | <b>TOTAL</b>        |                           |                  |                  |       | 97,16 | 49                                    | $\alpha$ -Bisabolol | 1681             | 1685  | 0,06 |

<sup>a</sup> Os compostos são listados em ordem crescente dos Índices de Retenção de Kratz da Literatura.

IRL<sup>L</sup>: Índice de Retenção de Linear da Literatura;

IRL<sup>C</sup>: Índice de Retenção de Linear Calculado;

%; Concentração dos compostos em porcentagem.

Para o OE de *O. gratissimum* foram identificados 28 compostos, o que representa 93,47% do total de compostos presentes no óleo (Tabela 1). Os compostos majoritários foram: eugenol (54,37%), 1,8-cineole (15,89%), Z- $\beta$ -ocimene (4,5%),  $\beta$ -selinene (4,30%) e E-caryophyllene (4,03%). Esses compostos têm se apresentado na composição do OE de *O. gratissimum* em outros estudos. Eugenol e Z- $\beta$ -ocimene foram identificados como compostos majoritários e apresentaram valores superiores ao deste estudo, com variação de 64,3 a 73,10% e 12,42 a 18,42%, respectivamente (Costa *et al.*, 2018). No estudo de Castro *et al.* (2018), eugenol representou 52,99% da composição total e 1,8-cineole 24,68% do OE.  $\beta$ -selinene e E-caryophyllene foram identificados em concentrações inferiores às deste estudo (Monteiro *et al.*, 2020).

Foram identificados 97,16% dos compostos de *Ageratum* sp., totalizando 49 compostos. Os seguintes compostos apresentaram os maiores percentuais no OE:  $\alpha$ -pinene (27,38%), germacrene D (11,33%),  $\alpha$ -santalene (9,55%),  $\alpha$ -humulene (9,17%), bicyclogermacrene (5,36%), myrcene (4,24%), limonene (3,79%), ageratochromene (precocene II) (3,51%) e  $\gamma$ -terpinene (2,75%). A literatura relata variações na concentração de compostos majoritários em espécies de *Ageratum*. Estudos anteriores identificaram germacrene D,  $\alpha$ -humulene e precocene II em *A. conyzoides* em concentrações mais baixas e ageratochromene em concentração superior à encontrada neste estudo (Gutiérrez *et al.*, 2021; Esper *et al.*, 2015).

A composição química dos OEs, assim como seus rendimentos, sofre influência de diversos fatores e apresentam diferenças significativas entre espécies vegetais diferentes e até mesmo entre plantas de uma mesma espécie. O metabolismo secundário das plantas pode produzir centenas de componentes, assim, os OEs possuem grandes variações em suas composições (Kumar *et al.*, 2021; Qi *et al.*, 2018). Dentre os diversos fatores que podem influenciar a composição química dos OEs, estão: a idade da espécie vegetal, qualidade nutricional da planta, forma de coleta, aspectos fitossanitários, condições climáticas, dentre outros (Araújo *et al.*, 2025). Além disso, o órgão da planta a ser utilizado para extração do OE, assim como o método utilizado para extração, podem alterar a composição do conteúdo. A planta produz quantidades e proporções de metabólitos secundários diferentes durante seu ciclo de vida, sendo este um fator que também interfere na composição do OE (Maleck *et al.*, 2021). Dessa forma, os dados obtidos neste trabalho estão em conformidade com esses padrões de variação, reforçando a

importância de se considerar essas variáveis ao avaliar o potencial de uso dos OEs no manejo de pragas.

### 3.2 Toxicidade dos OEs sobre fêmeas adultas de *T. neocaledonicus*

O teste de toxicidade através do modelo Probit demonstrou valores baixos de Qui-quadrado ( $\chi^2 < 5,10$ ) e valores de *P* que variaram de 0,16 a 0,64 (Tabela 2). Esses resultados indicam a adequação da reta para descrever a relação concentração-mortalidade possibilitando estimar as concentrações letais dos OEs sobre *T. neocaledonicus*. Os valores referentes à inclinação da reta de concentração-mortalidade variaram de 2,37 a 3,80. Valores mais altos significam que pequenas variações nas concentrações dos OEs são capazes de provocar variações elevadas na taxa de mortalidade. O OE de *C. ambrosioides* apresentou o maior valor de inclinação, enquanto o menor valor foi encontrado para o OE de *Ageratum* sp.

**Tabela 2** - Toxicidade dos OEs de *Ageratum* sp., *C. ambrosioides* e *O. gratissimum* sobre fêmeas adultas de *T. neocaledonicus*.

| Óleo essencial         | GL | N    | Inclinação<br>±EPM | CL <sub>50</sub> *<br>(IC95%) | RT <sub>50</sub> | CL <sub>90</sub> *<br>(IC95%) | RT <sub>90</sub> | χ <sup>2</sup> | P    |
|------------------------|----|------|--------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|----------------|------|
| <i>Ageratum</i> sp.    | 3  | 1500 | 3,15±0,48          | 6,72<br>(4,67-8,25)           | 1,6              | 17,15<br>(15,66-19,24)        | 1,3              | 2,93           | 0,40 |
| <i>C. ambrosioides</i> | 3  | 1500 | 3,80±0,45          | 10,76<br>(9,41-11,77)         | -                | 23,37<br>(21,25-26,95)        | -                | 1,65           | 0,64 |
| <i>O. gratissimum</i>  | 3  | 1500 | 2,37±0,64          | 3,66<br>(0,72-6,06)           | 2,9              | 12,73<br>(9,70-14,71)         | 1,8              | 5,06           | 0,16 |

\*: µl/mL, GL: Grau de liberdade, N: Número de ácaros usados no teste, EPM: Erro padrão da média, IC: Intervalo de confiança, RT: Razão de Toxicidade, χ<sup>2</sup>: Qui-quadrado, P: Valor de probabilidade para o modelo de Probit.

Na CL<sub>50</sub> o OE de *O. gratissimum* (3,66 µl/mL) apresentou maior toxicidade sobre *T. neocaledonicus*, seguido pelo OE de *Ageratum* sp. (6,72 µl/mL) e *C. ambrosioides* (10,76 µl/mL). A sobreposição dos intervalos de confiança demonstra não haver diferença estatística entre o OE de *O. gratissimum* e *Ageratum* sp., mas ambos OEs diferiram significativamente de *C. ambrosioides*, sendo 2,9 e 1,6 vezes mais tóxicos, respectivamente.

Considerando a CL<sub>90</sub> foram estimados os seguintes valores: 12,73, 17,15 e 23,37 µl/mL, para *O. gratissimum*, *Ageratum* sp. e *C. ambrosioides*, respectivamente (Tabela 2). Os OEs diferiram significativamente em relação à toxicidade ao verificar a ausência de sobreposição dos intervalos de confiança. O OE de *O. gratissimum* apresentou maior toxicidade sendo necessário uma menor concentração, em relação

aos demais OEs, para alcançar 90% de mortalidade. A razão de toxicidade da CL<sub>90</sub> revela que o OE de *O. gratissimum* é 1,8 vezes mais tóxico que *C. ambrosioides* e 0,5 vezes mais tóxico que *Ageratum* sp. (Tabela 2).

O OE de espécies vegetais do gênero *Ocimum*, vêm demonstrando seu potencial tóxico frente a vários organismos, como os ácaros, o que inclui os ácaros-praga da família Tetranychidae, inclusive do gênero *Tetranychus*. Segundo o estudo de Tlili *et al.* (2024), o OE de *Ocimum basilicum* L. sobre *Oligonychus afrasiaticus* McGregor, pertencente à família Tetranychidae, apresentou CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub> ao utilizar 0,92 e 1,46 µl/L, respectivamente. Possui efeito tóxico sobre *T. urticae*, com a concentração de 8,02 µl/L é capaz de causar 50% de mortalidade na população do ácaro-praga (Moura *et al.*, 2024). Portanto, assim como *O. gratissimum*, *O. basilicum* é tóxico sobre um tetraniquídeo como *T. neocaledonicus*.

A toxicidade de OEs sobre artrópodes-praga podem variar de acordo com a planta fonte do OE e com o organismo submetido a aplicação do OE. Assim, um mesmo OE apresenta diferentes concentrações letais sobre diferentes pragas. Portanto, existem diferenças significativas entre plantas pertencentes ao mesmo gênero, como *O. gratissimum* e *O. basilicum*.

Foram estimadas CL<sub>50</sub> de 2,52 e 4,17 µl/mL, para o OE de, respectivamente dos OEs de *Dizygostemon riparius* Scatigna & Colletta (Plantaginaceae) morfotipo branco e morfotipo lilás sobre *T. neocaledonicus*, respectivamente (Ferreira *et al.*, 2025). A CL<sub>50</sub> encontrada neste estudo para *O. gratissimum* (3,66 µl/mL) é superior a CL<sub>50</sub> de *D. riparius* morfotipo branco, porém inferior à de *D. riparius* morfotipo lilás. O que evidencia as diferenças decorrentes da mudança da planta fonte do OE sobre um mesmo organismo-praga.

Os OEs de *Juniperus virginiana* L. (Cupressaceae) e *Melaleuca alternifolia* Cheel (Myrtaceae) demonstraram alta toxicidade contra *T. neocaledonicus*, com destaque para *J. virginiana* (CL<sub>50</sub> = 0,38 µl/mL) (Sousa *et al.*, 2025). Apesar dos valores absolutos de toxicidade mais baixos, os OEs avaliados neste estudo, especialmente o de *O. gratissimum*, também apresentaram elevada eficácia acaricida, reforçando seu potencial no manejo dessa praga. A composição química dos OEs pode explicar essa bioatividade, uma vez que compostos como o eugenol (54,37% em *O. gratissimum*) e o terpinen-4-ol (47,24% em *M. alternifolia*) são reconhecidamente neurotóxicos para artrópodes, atuando, por exemplo, sobre a enzima Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>-ATPase (Guo *et al.*, 2009; Ma *et al.*, 2004; Sousa *et al.*, 2025) e

inibindo a sinalização neurológica (Noel; Adolfo, 2024). O eugenol, em particular, possui toxicidade comprovada por fumigação contra *T. urticae*, com significativa redução na mortalidade dos ácaros quando removido da mistura completa (Silva *et al.*, 2019), além de apresentar ação letal contra *Sarcoptes scabiei*, matando 100% da população em menos de 20 minutos (Li *et al.*, 2023). Outro componente relevante é o 1,8-cineole, presente em *O. gratissimum* e conhecido por seu alto potencial acaricida sobre espécies de *Tetranychus*. Abdelgaleil *et al.* (2019) demonstraram que esse monoterpene foi o mais tóxico entre seis compostos testados, com capacidade de inibir a enzima acetilcolinesterase (AChE), alvo comum de diversos pesticidas.

O  $\alpha$ -pinene, composto mais abundante no OE de *Ageratum* sp., apresenta reconhecida toxicidade contra *T. urticae*, tanto por contato quanto por fumigação. Estudos apontam que, assim como o 1,8-cineole, o  $\alpha$ -pinene possui alto potencial inibitório sobre a enzima acetilcolinesterase (AChE), um alvo comum de pesticidas neurotóxicos (Abdelgaleil *et al.*, 2019). Uma significativa toxicidade do  $\alpha$ -pinene isolado sobre *T. urticae* também foi relatada por Lopes *et al.* (2022) e Prasannakumar *et al.* (2025), fortalecendo a hipótese de sua contribuição para a atividade acaricida observada neste estudo. Embora o germacrene D tenha sido identificado como o segundo composto em maior concentração no OE de *Ageratum* sp., não foram encontrados estudos específicos sobre seus efeitos isolados contra ácaros, o que não exclui sua possível atuação sinérgica na toxicidade do óleo sobre *T. neocaledonicus*.

Além disso, a presença de  $\gamma$ -terpineno tanto no OE de *Ageratum* sp. (2,75%) quanto em *M. alternifolia* (Sousa *et al.*, 2025) reforça a hipótese de mecanismos de ação acaricida compartilhada entre diferentes espécies vegetais. O  $\gamma$ -terpineno trata-se de um monoterpene com ampla bioatividade descrita em diversos grupos de artrópodes. No estudo de Diksha *et al.* (2023), o  $\gamma$ -terpineno promoveu efeitos inibitórios no crescimento, além de citotoxicidade, genotoxicidade e imunossupressão em *Zeugodacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae), indicando sua capacidade de afetar processos celulares essenciais. Considerando esses efeitos expressivos em insetos, é plausível que o  $\gamma$ -terpineno também contribua, ainda que em menor proporção, para a toxicidade dos OEs testados (o composto foi encontrados em todos os OEs) sobre *T. neocaledonicus*.

No presente trabalho, o OE de *C. ambrosioides* apresentou toxicidade inferior aos demais OEs sobre fêmeas adultas de *T. neocaledonicus*. Em sua composição química, destacaram-se especialmente os compostos  $\alpha$ -terpinene e ascaridole. Esses compostos também foram encontrados como majoritários para *C. ambrosioides*, com efeito acaricida sobre *T. urticae* (Paes *et al.*, 2015). O composto  $\alpha$ -terpinene, principal constituinte identificado neste estudo, já demonstrou efeito tóxico contra o gorgulho-do-arroz *Sitophilus oryzae* L., promovendo mortalidade de até 100% após 48 h, além de provocar inibição significativa de enzimas antioxidantes e da acetilcolinesterase, o que indica ação neurotóxica e interferência no metabolismo oxidativo (Afo; Oni; Adebayo, 2022).

Por sua vez, o ascaridole tem se destacado como um potente composto bioativo. Benelli *et al.* (2020) relataram que o OE *Ledum palustre* rico em ascaridole, apresentou elevada toxicidade contra *Culex quinquefasciatus*, *Spodoptera littoralis* e *Musca domestica*. Os autores sugerem que os efeitos do ascaridole envolvem a geração de radicais livres e a inibição do complexo I da cadeia respiratória mitocondrial, comprometendo funções vitais nos insetos, além de possível interação com o sistema colinérgico. Desse modo, a convergência entre os dados da literatura e os resultados obtidos neste estudo, sugerem a hipótese de que a presença de  $\alpha$ -terpinene e ascaridole em proporções relevantes é decisiva para a toxicidade do OE de *C. ambrosioides* sobre *T. neocaledonicus*.

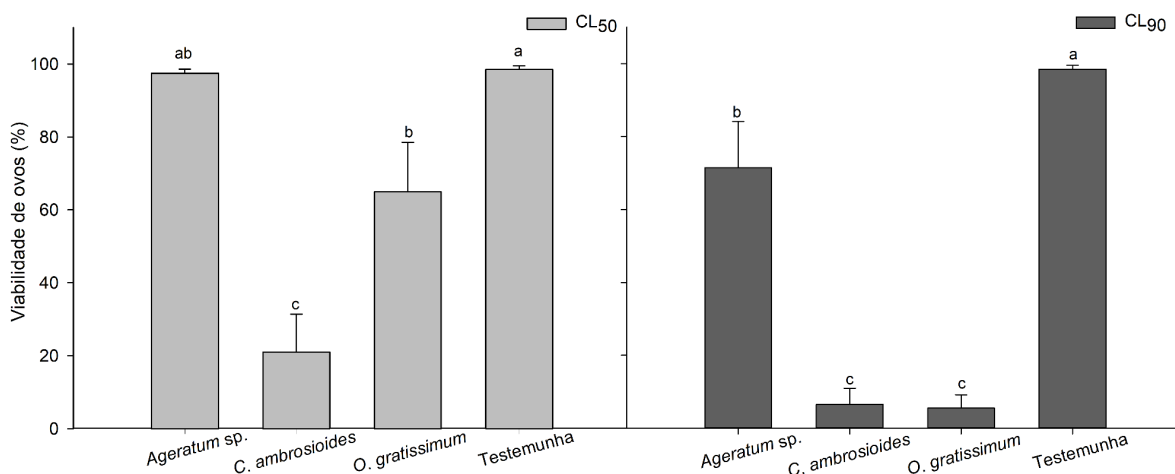
Diversos OEs, assim como seus componentes têm demonstrado potencial neurotóxico, atingindo diversas partes do sistema nervoso de artrópodes-praga (Li *et al.*, 2021; Park; Tak, 2016). Um OE contém diversos compostos que atuam como pesticidas e esses podem inibir a respiração, levando o organismo à morte (Park; Tak, 2016). Frequentemente, os compostos majoritários podem caracterizar a atividade biológica de um OE (Campolo *et al.*, 2018). No entanto, é essencial a investigação dos compostos menos concentrados no que se refere à toxicidade. Os OEs estudados possuem compostos com atividade acaricida, havendo a necessidade de uma investigação aprofundada com compostos isolados para confirmação e/ou identificação dos que possuem atividade tóxica, além de averiguar se ocorre o processo de sinergismo entre os compostos.

### **3.3 Toxicidade dos OEs sobre ovos de *T. neocaledonicus***

Os OEs de *C. ambrosioides* e *O. gratissimum* reduziram de forma significativa a viabilidade de ovos de *T. neocaledonicus* quando aplicada a CL<sub>50</sub>. Por outro lado, o OE de *Ageratum* sp. não afetou a viabilidade de ovos na CL<sub>50</sub> ( $p < 0,0001$ ). O OE de *C. ambrosioides* atingiu a menor taxa de viabilidade de ovos (21%), diferindo estatisticamente dos demais OEs e da testemunha (Figura 1).

Assim como na CL<sub>50</sub>, a viabilidade dos ovos diminuiu de forma significativa com o aumento da concentração, quando submetidos às CL<sub>90</sub> (Figura 1). Os OEs de *C. ambrosioides* e *O. gratissimum* proporcionaram viabilidade dos ovos de 6,5% e 5,5%, respectivamente, diferindo de *Ageratum* sp. (71,5%) e da testemunha (98,5%). Entretanto, *Ageratum* sp. apresentou diferença significativa em relação à testemunha ( $p < 0,0001$ ).

**Figura 1** - Viabilidade dos ovos de *T. neocaledonicus* expostos durante 10 dias aos OEs de *Ageratum* sp., *C. ambrosioides* e *O. gratissimum* na CL<sub>50</sub> (GL (tratamento) = 3; GL (resíduo) = 36; F = 18,08;  $p < 0,0001$ ) e CL<sub>90</sub> (GL (tratamento) = 3; GL (resíduo) = 36; F = 44,71;  $p < 0,0001$ ).



Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos, conforme determinado pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os ovos tratados com OE de *C. ambrosioides* em ambas as concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>), apresentaram baixas taxas de viabilidade (21% e 6,5%), mostrando a eficiência desse OE referente ao efeito ovicida. O OE de *C. ambrosioides* inibiu a eclosão de apenas 26% de larvas de *T. urticae* (Espinoza-Gavilanes *et al.*, 2024). O efeito ovicida do óleo demonstrou maior potencial contra *T. neocaledonicus*, inibindo 79 e 93,5% a eclosão das larvas, na CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>, respectivamente, o que comprova que o potencial tóxico sobre ovos varia de acordo com a espécie de ácaro submetida a aplicação do OE.

O OE de espécies vegetais do gênero *Ocimum*, assim como *O. gratissimum* já demonstraram potencial ovicida. *Ocimum basilicum* causou 100% de inviabilidade de ovos de *Musca domestica* L. em 48h com 45,59 mg/dm<sup>3</sup> (Senthooraja *et al.*, 2021).

Os componentes  $\alpha$ -terpinene, ascaridole e também carvacrol, estão entre os majoritários presentes no OE de *C. ambrosioides*, podem ter sido os responsáveis pela baixa viabilidade dos ovos na CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>. Assim, como o eugenol, composto que compôs mais de 50% do OE de *O. gratissimum*, na CL<sub>90</sub>. Pois de acordo com o estudo de Li *et al.* (2021), o eugenol e o carvacrol são compostos capazes de causar a mortalidade em ovos de ácaros, em concentrações que variam de 1 a 5%. Compostos do OE de *C. ambrosioides*, como o *p*-cymene e carvacrol também demonstraram potencial ovicida em CL<sub>50</sub> sobre ovos de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Gong; Ren, 2020).

A compreensão em relação ao processo de ação dos OEs e seus compostos sobre a viabilidade de ovos de artrópodes ainda é considerada limitada (Li *et al.*, 2021), em seu estudo foi possível observar que compostos como carvacrol e eugenol foram capazes de causar mortalidade dos ovos em até 24h, impedindo o desenvolvimento, permanecendo no início do estágio embrionário. O efeito é causado por contato direto, havendo possivelmente a penetração dos OEs nos ovos. Essa penetração provavelmente ocorre por meio de estruturas porosas utilizadas na respiração dos ovos de ácaros (Alves *et al.*, 2023; Dittrich; Streibert, 1969). Desse modo, o efeito ovicida de OEs sobre os ácaros é relevante para o manejo de pragas, ao evitar o desenvolvimento dos indivíduos na fase inicial, causando a inviabilidade dos ovos, podendo afetar diretamente o crescimento populacional de *T. neocaledonicus*.

#### **3.4 Atividade repelente dos OEs sobre fêmeas adultas de *T. neocaledonicus***

Os OEs de *C. ambrosioides*, *O. gratissimum* e *Ageratum* sp. apresentaram efeito repelente sobre *T. neocaledonicus*, nas CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>. Na CL<sub>20</sub> apresentaram porcentagens de repelência que variaram de 78 a 81% e na CL<sub>30</sub> as porcentagens variaram de 87 a 95% (Tabela 3). Em ambas as concentrações (CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>), os OEs foram classificados como repelentes. Para CL<sub>20</sub>, o OE de *O. gratissimum* apresentou

taxa de repelência superior aos demais OEs. Já na CL<sub>30</sub>, o OE de *C. ambrosioides* demonstrou maior repelência à fêmeas adultas de *T. neocaledonicus*.

**Tabela 3** - Porcentagem de repelência (%), índice de repelência IR ( $\pm$ EPM) e a classificação repelente dos OEs de *Ageratum* sp., *C. ambrosioides* e *O. gratissimum* sobre fêmeas adultas de *T. neocaledonicus* avaliados após 48h de exposição.

|                  | Óleos essenciais       | $\mu$ l/mL | Porcentagem de repelência (%) | IR ( $\pm$ EPM)* | Classificação** |
|------------------|------------------------|------------|-------------------------------|------------------|-----------------|
| CL <sub>20</sub> | <i>Ageratum</i> sp.    | 3,63       | 79%                           | 0,42 $\pm$ 0,10  | Repelente       |
|                  | <i>C. ambrosioides</i> | 6,46       | 78%                           | 0,45 $\pm$ 0,19  | Repelente       |
|                  | <i>O. gratissimum</i>  | 1,61       | 81%                           | 0,38 $\pm$ 0,06  | Repelente       |
| CL <sub>30</sub> | <i>Ageratum</i> sp.    | 4,58       | 87%                           | 0,26 $\pm$ 0,13  | Repelente       |
|                  | <i>C. ambrosioides</i> | 7,83       | 95%                           | 0,10 $\pm$ 0,06  | Repelente       |
|                  | <i>O. gratissimum</i>  | 2,20       | 89%                           | 0,22 $\pm$ 0,07  | Repelente       |

\*EPM= erro padrão da média. \*\*A classificação dos produtos seguiu o modelo de Matos *et al.* (2020), onde se a média do IR for <1-DP, o óleo é repelente; se for >1+DP o óleo é atraente e se estiver entre 1 - DP e 1 + DP o óleo é considerado neutro.

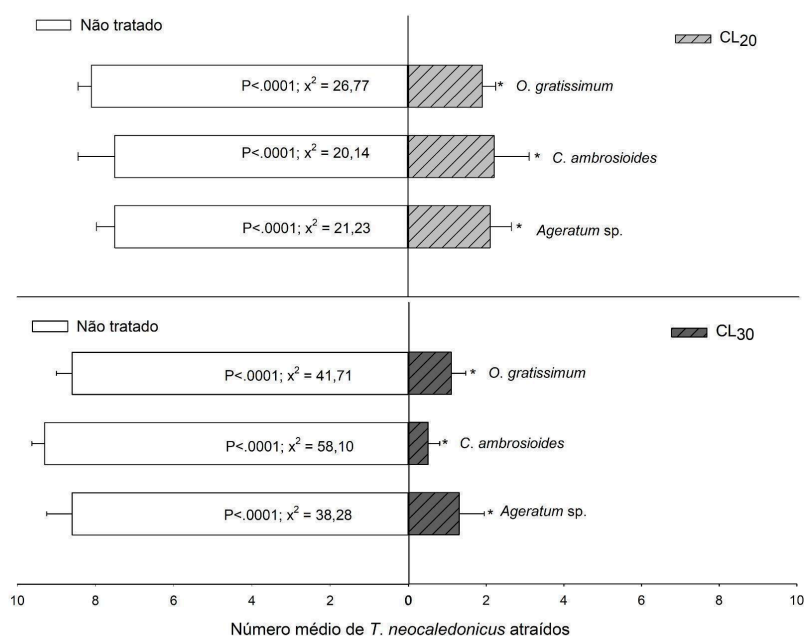
O OE de *O. gratissimum* apresentou maior porcentagem de repelência (81%) na CL<sub>20</sub> e índice de repelência de 0,38, apesar da semelhança com os demais OEs. Esse óleo essencial mostrou sua eficiência repelente em *Tetranychus ludeni* Zacher em folhas de algodão, repelindo 66% dos ácaros e com índice de repelência de 0,68 (Bezerra *et al.*, 2019). O OE de *Ocimum basilicum* apresenta o potencial de repelir 100% dos ácaros da espécie *O. afrasiaticus*, com concentração de 0,318 e 1,9  $\mu$ l/cm<sup>2</sup>, após 1h de exposição (Tlili *et al.*, 2024).

O OE de *Chenopodium ambrosioides* tem sido amplamente reconhecido por sua atividade repelente contra diversas pragas agrícolas, incluindo ácaros e insetos. Alguns estudos demonstraram sua eficácia contra *T. urticae*, com taxas de repelência superiores a 60% (Loyola-Zapata *et al.*, 2024), além da sua presença como ingrediente ativo no biopesticida Requiem<sup>®</sup>EC, que mostrou potencial repelente contra espécies do mesmo gênero (Musa *et al.*, 2017). Outros trabalhos também confirmam seu efeito sobre insetos-praga: uma solução a 4% do óleo alcançou um índice de repelência de 0,31 sobre *Sitophilus zeamais* Motchulsky (Aros *et al.*, 2019), enquanto concentrações de 0,36  $\mu$ L/mL repeliram completamente indivíduos de *Callosobruchus chinensis* L. e *Callosobruchus maculatus* F. (Pandey; Palni; Triparhi, 2014).

No presente estudo, os resultados reforçam esses achados ao demonstrar que, embora todos os OEs avaliados tenham apresentado aumento na taxa de repelência na concentração subletal CL<sub>30</sub> em comparação à CL<sub>20</sub>, o OE de *C. ambrosioides* se destacou, atingindo 95% de repelência sobre fêmeas adultas de *T. neocaledonicus*. Esse desempenho superior evidencia o potencial desse OE como agente repelente, afetando o comportamento de escolha do ácaro.

O número de fêmeas de *T. neocaledonicus* atraídas para os discos foliares tratados com a CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub> de *O. gratissimum*, *C. ambrosioides* e *Ageratum* sp. foi significativamente menor ( $p < 0,0001$ ) quando comparado com os discos não tratados (Figura 2). Foram atraídos em média 1,9, 2,1 e 2,2 ácaros para os discos tratados com a CL<sub>20</sub> dos OEs de *O. gratissimum*, *C. ambrosioides* e *Ageratum* sp., respectivamente. Os discos tratados com a CL<sub>30</sub> atraíram em média 0,5, 1,1 e 1,3 ácaros para *C. ambrosioides*, *O. gratissimum* e *Ageratum* sp., respectivamente. Os dados obtidos confirmam a classificação dos OEs como repelentes.

**Figura 2** - Número médio de fêmeas adultas de *T. neocaledonicus* em discos foliares de feijão-caupi não tratados e tratados com a CL<sub>20</sub> (A) e CL<sub>30</sub> (B) dos OEs de *Ageratum* sp., *C. ambrosioides* e *O. gratissimum*.



\*Significativo pelo teste de Qui quadrado ( $P < 0,05$ ).

Alguns dos compostos presentes nos OEs de *Ageratum* sp., *C. ambrosioides* e *O. gratissimum*, têm apresentado potencial repelente frente a pragas na literatura, podendo estes ter influenciado no efeito repelente sobre *T. neocaledonicus*. O carvacrol presente no OE de *C. ambrosioides*, apresenta efeito repelente sobre

ácaros e insetos (Teodoro *et al.*, 2021). Além disso, a combinação de carvacrol e thymol também é repelente frente a ácaros (Masoumi; Youssefi; Tabari, 2016). p-cimene, carvacrol e thymol, também são capazes de repelir insetos adultos, como *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) (Giatropoulos *et al.*, 2018).

Germacrene D, um dos compostos majoritários do OE de *Ageratum* sp., exibe potencial repelente sobre ácaros-praga, com taxa de repelência de 70,2% sobre *Ixodes ricinus* (L.) (Ashitani *et al.*, 2015). O componente  $\alpha$ -pinene também possui potencial de repelência contra pragas. Este composto apresentou capacidade de repelir 56,4% de insetos adultos de *Tuta absoluta* L. com apenas 1  $\mu$ l/mL (Essoung *et al.*, 2020). Esses dados indicam que neste estudo, pode ter ocorrido a ação desses compostos presentes no OE de *Ageratum* sp. para repelir *T. neocaledonicus*.

O eugenol e o 1,8-cineole, principais constituintes do OE de *O. gratissimum*, são potencialmente repelentes contra insetos adultos de *T. absoluta*, ao utilizar 1  $\mu$ l/mL, os compostos exibiram a capacidade de repelir 100% e 69,4% da praga, respectivamente (Essoung *et al.*, 2020). Assim, esses dois compostos majoritários também podem estar envolvidos no mecanismo de repelência promovido pelo OE de *O. gratissimum* sobre *T. neocaledonicus*.

#### 4 CONCLUSÃO

Os OEs de *Ageratum* sp., *C. ambrosioides* e *O. gratissimum* apresentaram toxicidade sobre fêmeas adultas de *T. neocaledonicus*. Com destaque para o OE de *O. gratissimum*, que apresentou a maior toxicidade na CL<sub>50</sub>.

Todos os OEs reduziram a viabilidade dos ovos. Na CL<sub>50</sub>, o OE de *C. ambrosioides* promoveu a menor taxa de viabilidade e na CL<sub>90</sub>, os OEs de *C. ambrosioides* e *O. gratissimum* foram os mais eficientes.

Os OEs de *Ageratum* sp., *C. ambrosioides* e *O. gratissimum* foram classificados como repelentes nas CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>. Com destaque para o OE de *O. gratissimum* e *C. ambrosioides*, nas CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>, respectivamente.

Os resultados indicam o potencial dos OEs para serem utilizados no MIP de *T. neocaledonicus*. Sendo essencial investigar e identificar a fonte específica da toxicidade sobre os ácaros e os ovos e a repelência presente nos OEs. O OE de *O. gratissimum* demonstrou o melhor desempenho geral e destaca-se como candidato promissor para o manejo de *T. neocaledonicus*, recomendando-se sua inclusão em

futuros estudos de formulação de produtos comerciais, visando ampliar a eficácia, estabilidade e viabilidade do uso em campo no contexto de um manejo integrado sustentável.

## REFERÊNCIAS

- ABDELGALEIL, S. A. M. *et al.* Acaricidal activity, biochemical effects and molecular docking of some monoterpenes against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). **Pestic Biochem Physiol**, v. 156, p. 105-115. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.02.006>.
- AFO, O.; ONI, M.; ADEBAYO, R. Alpha terpinene activity as bioinsecticide on rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) and its protein content. **J Glob Agric Ecol**, v. 13, n. 1, p. 12-21, 2022. <https://doi.org/10.56557/jogae/2022/v13i17413>.
- ALVES, J. J. A. *et al.* Are vegetable adjuvants increasing the efficiency of the aqueous extract of *Sarcomphalus joazeiro* on *Tetranychus ludeni*? **Bull Insectology**, v. 76, n. 1, p. 9-19, 2023.
- Angiosperm Phylogeny Group *et al.* An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Bot J Linn Soc**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.
- ARAÚJO, E. O. *et al.* Bioprospecção de óleos essenciais com potencial para formulações farmacêuticas. **Quím Nova**, v. 48, p. e-20250114, 2025. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20250114>.
- AROS, J. *et al.* Actividad insecticida del aceite esencial del paico *Chenopodium ambrosioides* L. sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Chilean J Agric Anim Sci**, v. 35, n. 3, p. 282-292, 2019. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000504>.
- ASHITANI, T. *et al.* Activity studies of sesquiterpene oxides and sulfides from the plant *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) and its repellency on *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae). **Exp Appl Acarol**, v. 67, p. 595-606, 2015. <https://doi.org/10.1007/s10493-015-9965-5>.
- AVELINO, L. D. *et al.* Repelência de óleos essenciais e vegetais sobre pulgão-preto *Aphis craccivora* Koch na cultura do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Rev Verde Agroecologia Desenvol Sustent**, v. 14, n. 1, p. 21-26, 2019. <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i1.5981>.
- AYINDE, B. A. *et al.* Bioacaricidal effects of three volatile oils on cattle ticks. **JPB**, v. 19, n. 2, p. 58-65, 2022. <https://dx.doi.org/10.4314/jpb.v19i2.2>.
- BENELLI, G. *et al.* Ascaridole-rich essential oil from marsh rosemary (*Ledum palustre*) growing in Poland exerts insecticidal activity on mosquitoes, moths and flies without serious effects on non-target organisms and human cells. **Food Chem Toxicol**, v. 138, p. 111184, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111184>.

- BEZERRA, Y. B. de S. *et al.* Atividade acaricida de óleos essenciais sobre *Tetranychus ludeni* (Zacher)(Acari: Tetranychidae) em duas cultivares de algodoeiro. **Nativa**, v. 7, n. 5, p. 469-477, 2019. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i5.7225>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 8 jan. 2024.
- CAMILO, C. J. *et al.* Acaricidal activity of essential oils: a review. **TPR**, v. 4, n. 4, p. 183, 2017. <https://oiccpres.com/tpr/article/view/11702>.
- CAMPOLO, O. *et al.* Essential oils in stored product insect pest control. **J Food Qual**, v. 2018, n. 1, p. 6906105, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6906105>.
- CASTRO, K. N. de C. *et al.* In vitro efficacy of essential oils with different concentrations of 1, 8-cineole against *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus*. **Rev Brasil Paras Vet**, v. 27, n. 02, p. 203-210, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1984-296120180015>.
- CATANI, L. *et al.* Essential oils and their applications in agriculture and agricultural products: A literature analysis through VOSviewer. **Biocatal Agric Biotechnol**, v. 45, p. 102502, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102502>.
- COSTA, R. K. B. da S. *et al.* Composição química e atividade ovicida do óleo essencial das folhas de *Croton argyrophyllus* (Euphorbiaceae) sobre o *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Per Tchê Quím**, v. 17, n. 36, 2020.
- COSTA, J. C. *et al.* Óleo essencial de alfavaca (*Ocimum gratissimum*) como aromatizante em bebidas alcoólicas formuladas. **Rev Bras Plantas Med**, v. 20, p. 368-376, 2018.
- DE LIMA MELLO, F. G. *et al.* Óleo essencial de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants: atividade antifúngica in vitro em cepas de *Sporothrix brasiliensis*. **Rev Principia**, v. 62, 15 p. 2025. <https://doi.org/10.18265/2447-9187a2025id8582>.
- DIKSHA, *et al.* Growth inhibitory, immunosuppressive, cytotoxic, and genotoxic effects of  $\gamma$ -terpinene on *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). **Sci Rep**, v. 13, n. 16472, p. 1-12, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43499-8>.
- DITTRICH, V.; STREIBERT, P. The respiratory mechanism of spider mite eggs. **Z Angew Entomol**, v. 63, n. 1-4, p. 200-211, 1969. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1969.tb04376.x>.
- DUARTE, M. E.; DOS SANTOS, M. D.; SILVA, E. S. Alternative control of the tomato red mite (*Tetranychus evansi* baker and PRITCARD, 1960)(Acari: TETRANYCHIDAE). **Ciência Agrícola**, v. 19, n. 3, p. 235-241, 2021. <https://doi.org/10.28998/rca.v19i3.11457>.

DUARTE, R. B. *et al.* Acaricidal potential of essential oils on *Rhipicephalus linnaei*: Alternatives and prospects. **Vet Parasitol**, v. 331, p. 110291, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2024.110291>.

ESPER, R. H. *et al.* Fungicidal activity and constituents of *Ageratum conyzoides* essential oil from three regions in São Paulo state, Brazil. **Arq Inst Biol**, v. 82, p. 1-4, 2015. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000482013>.

ESPINOZA-GAVILANES, R. *et al.* Efecto acaricida y ovicida de los aceites esenciales de *Chenopodium ambrosioides* L. y *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. contra *Tetranychus urticae* en fresa (*Fragaria* spp.). **Polibotánica**, n. 57, p. 237-247, 2024. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.57.14>.

ESSOUNG, F. R. E. *et al.* Repellence and fumigant toxicity of essential oils of *Ocimum gratissimum* and *Ocimum kilimandscharicum* on *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Environ Sci Pollut Res**, v. 27, p. 37963-37976, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09773-2>.

ESTEVEZ FILHO, A. B. *et al.* Toxicidade de espiromesifeno e acaricidas naturais para *Tetranychus urticae* Koch e compatibilidade com *Phytoseiulus macropilis* (Banks). **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2675-2686, 2013. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6p2675>.

FERREIRA, M. C. *et al.* Bioactivity of essential oils of *Dizyogostemon riparius* (Plantaginaceae) on *Tetranychus neocaledonicus* (Acari: Tetranychidae). **Phytoparasitica**, v. 53, n. 3, p. 1-10, 2025. <https://doi.org/10.1007/s12600-025-01275-6>.

FLECHTMANN, C. H. W.; MORAES, R. C. B. (2017). **Tetranychidae Database**. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/tetranychidae/>. (Accessed 28/03/2025).

FRANKENBERGER, L. *et al.* Estudo comparativo dos componentes da fração volátil de partes aéreas de *Chenopodium ambrosioides* L. por hidroponia e em solo. In: XII Encontro Brasileiro de Hidroponia e IV Simpósio Brasileiro de Hidroponia, 2018. Florianópolis, SC. **Anais de resumos expandidos**. p. 86-89, 2018. Disponível em: [https://encontrohidroponia.com.br/imagens/site/ANAIS\\_2018\\_Final.pdf#page=86](https://encontrohidroponia.com.br/imagens/site/ANAIS_2018_Final.pdf#page=86).

GONG, X.; REN, Y. Larvicidal and ovicidal activity of carvacrol, p-cymene, and  $\gamma$ -terpinene from *Origanum vulgare* essential oil against the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). **Environ Sci Pollut Res**, v. 27, p. 18708-18716, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08391-2>.

GIATROPOULOS, A. *et al.* Chemical composition and assessment of larvicidal and repellent capacity of 14 Lamiaceae essential oils against *Aedes albopictus*. **Parasitol Res**, v. 117, p. 1953-1964, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-5892-9>.

GUO, Z.-b. *et al.* Inhibition of Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>-ATPase in housefly (*Musca domestica* L.) by terpinen-4-ol and its ester derivatives. **Agric Sci China**, v. 8, n. 12, p. 1492-1497, 2009. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60363-6](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60363-6).

GUTIÉRREZ, I. E. M. *et al.* Caracterização da droga vegetal e atividade antioxidante de *Ageratum conyzoides* L. **Braz J Dev**, v. 7, n. 8, p. 78766-78781, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n8-209>.

HE, J. *et al.* Chemical constituents, antibacterial, acaricidal and anti-inflammatory activities of the essential oils from four *Rhododendron* species. **Front Vet Sci**, v. 9, p. 882060, 2022. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.882060>.

KASRATI, A. *et al.* Chemical profiling, insecticidal, and phytotoxic effect of essential oils from leaves and inflorescence of Moroccan *Chenopodium ambrosioides* (L.). **Plants**, v. 13, n. 4, p. 483, 2024. <https://doi.org/10.3390/plants13040483>.

KUMAR, J. *et al.* An overview of some biopesticides and their importance in plant protection for commercial acceptance. **Plants**, v. 10, n. 6, p. 1185, 2021. <https://doi.org/10.3390/plants10061185>.

LI, M. *et al.* Activity of terpenes derived from essential oils against *Sarcoptes scabiei* eggs. **Parasit Vectors**, v. 14, n. 1, p. 600, 2021. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05094-6>.

LI, M. *et al.* In vitro efficacy of terpenes from essential oils against *Sarcoptes scabiei*. **Molecules**, v. 28, n. 8, p. 3361, 2023. <https://doi.org/10.3390/molecules28083361>.

LOPES, R. P. *et al.* Chemical characterization and evaluation of acaricidal potential of rosemary essential oil and its main compound  $\alpha$ -pinene on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. **Nat Prod Res**, v. 37, n. 17, p. 2940-2944, 2022. <https://doi.org/10.1080/14786419.2022.2137799>.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 512 p.

LOYOLA-ZAPATA, P. *et al.* Acaricidal and repellent activities of essential oils against the two-spotted spider mite. PREPRINT (Version 1) available at **Res Sq**, 2024. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5362414/v1>.

MALECK, M. *et al.* Óleos essenciais—um breve relato. **R Eletr TECEN**, v. 14, n. 2, p. 43-49, 2021. <https://doi.org/10.21727/teccen.v14i2.2970>.

MARČIĆ, D.; DÖKER, I.; TSOLAKIS, H. Bioacaricides in Crop Protection—What Is the State of Play?. **Insects**, v. 16, n. 1, p. 95, 2025. <https://doi.org/10.3390/insects16010095>.

MASOUMI, F.; YOUSSEFI, M. R.; TABARI, M. A.. Combination of carvacrol and thymol against the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*). **Parasitol Res**, v. 115, n. 11, p. 4239-4243, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5201-4>.

MATOS, L. F. *et al.* Chemical composition and insecticidal effect of essential oils from *Illicium verum* and *Eugenia caryophyllus* on *Callosobruchus maculatus* in cowpea. **Ind Crops Prod**, v. 145, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112088>.

MA, Z. Q. *et al.* The effect of terpinen-4-ol on several enzymes in housefly, *Musca domestica*. **Acta Phytophylac Sin**, v. 31, n. 3, p. 283–288, 2004.

MIGEON, A.; DORKELD, F. (2025) **Spider Mites Web**: a comprehensive database for the Tetranychidae. Disponível em: <https://www1.montpellier.inrae.fr/CBGP/spmweb>. (Accessed 28/03/2025).

MOHR, F. B. M. *et al.* Antifungal activity, yield, and composition of *Ocimum gratissimum* essential oil. **Genet Mol Res**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2017. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16019542>.

MONDAL, P.; GOWDA, C. C.; SRINIVASA, N. Comparative biology and demography of the predatory mite *Neoseiulus longispinosus* (Evans) on five prey species of *Tetranychus* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **J Entomol Zool Stud**, v. 8, n. 3, p. 606-614, 2020.

MONTEIRO, I. N. *et al.* Chemical analysis and insecticidal activity of *Ocimum gratissimum* essential oil and its major constituent against *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797)(Lepidoptera: Noctuidae). **Res Soc Dev**, v. 9, n. 11, p. e4999119787, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9787>.

MOURA, L. V. *et al.* Essential oils of the Lamiaceae family, their blends and their major compounds in the management of the spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. **JEOR**, v. 37, n. 1, p. 65-74, 2024. <https://doi.org/10.1080/10412905.2024.2421551>.

MUSA, A. *et al.* Acaricidal and sublethal effects of a *Chenopodium*-based biopesticide on the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). **Exp Appl Acarol**, v. 71, p. 211-226, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10493-017-0118-x>.

NAZ, M. *et al.* Synthesis and Uses of various essential oil based derivatives in biomedicine. **IJCBS**, v. 13, p. 92-99, 2018.

NOEL, R. M. M.; ADOLFO, A. R. An antagonist of the neurotransmitter tyramine inhibits the hyperactivating effect of eugenol in the blood-sucking bug, *Triatoma infestans*. **Acta Trop**, v. 260, p. 107455, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2024.107455>.

PAES, J. P. P. *et al.* Caracterização química e efeito do óleo essencial de erva-de-santa-maria sobre o ácaro-rajado de morangueiro. **Rev Bras Frutic**, v. 37, n. 2, p. 346–354, 2015. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-057/14>.

PANDEY, A. K.; PALNI, U. T.; TRIPATHI, N. N. Repellent activity of some essential oils against two stored product beetles *Callosobruchus chinensis* L. and *C. maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) with reference to *Chenopodium ambrosioides* L. oil for the safety of pigeon pea seeds. **J Food Sci Technol**, v. 51, p. 4066-4071, 2014. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0896-4>.

PARK, Y-L.; TAK, J-H. Essential oils for arthropod pest management in agricultural production systems. In: PREEDY, V. R. **Essential oils in food preservation, flavor and safety**. 1 ed. Amsterdam: Academic Press, 2016. p. 61-70.

PIRAMOON, P. *et al.* Toxicity and sublethal effects of plant essential oils on life history and detoxification enzymes activity of two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). **Toxin Rev**, v. 41, n. 4, p.1191-1198, 2021.  
<https://doi.org/10.1080/15569543.2021.1987266>.

PRASANNAKUMAR, N. R. *et al.* Acaricidal properties of billygoat weed *Ageratum conyzoides* L. essential oil on polyphagous two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. **Neotrop Entomol**, v. 54, n. 1, p. 59, 2025.  
<https://doi.org/10.1007/s13744-025-01269-3>.

QI, J. *et al.* Current understanding of maize and rice defense against insect herbivores. **Plant Divers**, v. 40, n. 4, p. 189-195, 2018.  
<https://doi.org/10.1016/j.pld.2018.06.006>.

SAS, Institute Inc., (2001) SAS versão 8.1 [Programa de Computador]. Cary, N.C., SAS Institute Inc.

SÁ, R. D.; SOARES, L. A. L.; RANDAU, K. Pi. Óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L.: estado da arte. **Rev Ciênc Farm Básica Apl**, v. 36, n. 2, p. 267-276, 2015.

SENTHOORAJA, R. *et al.* Electrophysiological, behavioural and biochemical effect of *Ocimum basilicum* oil and its constituents methyl chavicol and linalool on *Musca domestica* L. **Environ Sci Pollut Res**, v. 28, p. 50565-50578, 2021.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-021-14282-x>.

SILVA, C. B. da *et al.* Chemical composition and acaricidal activities of *Indigofera suffruticosa* essential oil against two-spotted spider mite. **Quím Nova**, v. 42, n. 3, p. 313-318, 2019. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170329>.

SINGH, P.; PRAKASH, P.; SINGH, R. N. Biochemical response to *Tetranychus neocaledonicus* André infested and healthy leaves of different varieties of brinjal. **J Exp Zool India**, v. 26, n. 1, p. 1027-1033, 2023.  
<https://doi.org/10.51470/jez.2023.26.1.1027>.

SINGH, P.; SINGH, R. N. Evaluation of acaricides and botanicals against the vegetable mite *Tetranychus neocaledonicus* Andre on brinjal crop under laboratory and field conditions. **J Pure Appl Microbiol**, v. 10, n. 4, p. 2969-2974, 2021.  
<http://dx.doi.org/10.22207/JPAM.10.4.65>.

SOBRINHO, R. B.; MESQUITA, A. L. M.; MOTA, M. S. C. S. Óleos essenciais no controle de pragas do cajueiro. **BJAER**, v. 5, n. 4, p. 4383-4398, 2022.  
<https://doi.org/10.34188/bjaerv5n4-082>.

SOUSA, A. C. S. de. *et al.* Sustainable control of *Tetranychus neocaledonicus* André (1933) (Acari: Tetranychidae) on lima bean through essential oils. **Crop Prot**,

v. 195, p. 107266, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2025.107266>.

SOUZA, L. P. de *et al.* Composição química e atividade acaricida do óleo essencial de erva-de-santa-maria sobre o ácaro-rajado. **Rev Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 160-166, 2015.

SOUZA, L. P. de. *et al.* Toxicity of essential oil of *Mentha piperita* (Lamiaceae) and its monoterpene menthol against *Tetranychus urticae* Kogan 1836 (Acari: Tetranychidae). **An Acad Bras Ciênc**, v. 94, n. suppl 4, p. e20200427, 2022. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220200427>.

TEODORO, A. V. *et al.* Toxicity and repellency of the essential oil from *Lippia gracilis* to the coconut mite *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae). **Int J Acarol**, v. 47, n. 5, p. 414-417, 2021. <https://doi.org/10.1080/01647954.2021.1922497>.

TLILI, H. *et al.* Essential oils fumigant, contact and repellent potentials against *Oligonychus afrasiaticus* McGregor (ACARI: TETRANYCHIDAE). **Appl Ecol Environ Res**, v. 22, n. 4, p. 3835- 3849, 2024. [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/2204\\_38353849](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/2204_38353849).

VERDI, R.; BERTOLDI, F. C.; ZAMBONIM, F. M. Características produtivas e químicas de duas espécies de plantas bioativas: *Cymbopogon martini* e *Ocimum gratissimum*, com óleo essencial rico em geraniol. **Rev Bras Plantas Med**, v. 21, n. 21, p. 32-37, 2019.

XIN, R. *et al.* Screening of essential oils with acaricidal activity against *Haemaphysalis longicornis* (Acari: Ixodidae) and analysis of active components. **Vet Parasitol**, v. 307, p. 109712, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2022.109712>.

YOSHIMURA, S.; MUKAWA, S. Characteristics biological activities of the novel acaricide flupentiofenox against phytophagous mites. **J Pestic Sci**, v. 48, n. 4, p. 211-217, 2023. <https://doi.org/10.1584/jpestics.D23-033>.

ZHU, Y. *et al.* Plant essential oils: Dual action of toxicity and egg-laying inhibition on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), unveiling their potential as botanical pesticides. **Plants**, v. 13, n. 6, p. 763, 2024. <https://doi.org/10.3390/plants13060763>.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dessa pesquisa indicam que a cultivar de feijão-caupi Epace 10 pode ser utilizada como fonte de resistência a *Tetranychus neocaledonicus*. E que o óleo essencial de *Ocimum gratissimum* possui potencial acaricida sobre *Tetranychus neocaledonicus*, sendo indicado para estudos futuros.