

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS DE ALEGRE

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DINÁ VIMERCATI OLIVEIRA

**EFEITO DE FITOQUÍMICOS SOBRE *Tetranychus urticae* KOCH, 1836
(ACARI: TETRANYCHIDAE)**

ALEGRE, ES

2023

DINÁ VIMERCATI OLIVEIRA

EFEITO DE FITOQUÍMICOS SOBRE *Tetranychus urticae* KOCH, 1836
(ACARI: TETRANYCHIDAE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, na área de concentração Fitossanidade, linha Entomologia.

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli

Coorientadora: Profa. Dra. Délia Chaves Moreira dos Santos

ALEGRE, ES

2023

O48e Oliveira, Diná Vimercati, 1997-
Efeito de fitoquímicos sobre *Tetranychus urticae* Koch, 1836
(Acari: Tetranychidae) / Diná Vimercati Oliveira. - 2023.
55 f.

Orientador: Dirceu Pratissoli.

Coorientadora: Délia Chaves Moreira dos Santos.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias.

1. Ácaro rajado. 2. Manejo integrado de pragas. 3. Óleos
vegetais. 4. Emulsões. 5. Toxicidade. 6. Efeito ovicida. I.
Pratissoli, Dirceu. II. Santos, Délia Chaves Moreira dos. III.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências
Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 63


FICHA DE APROVAÇÃO

DINÁ VIMERCATI OLIVEIRA


EFETO DE FITOQUÍMICOS SOBRE *Trialeurodes vaporariorum* KOCH, 1836 (ACARIE TETRANYCHIDA)
Efeito da aplicação de produtos químicos sobre a produção de ovos da *Trialeurodes vaporariorum* KOCH, 1836 (ACARIE TETRANYCHIDA) em *Phaseolus aduncus* L. Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, na área de concentração Fitossanidade, linha Entomologia.

Aprovada em 17/11/2023


Comissão examinadora

Documento assinado digitalmente
 **DIRCEU PRATISSOLI**
Data: 21/01/2024 10:02:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Orientador: Dr. Dirceu Pratissoli
Universidade Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente
 **HUGO BOLSONI ZAGO**
Data: 28/12/2023 09:59:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Hugo Bolsoni Zago
Universidade Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente
 **ANDERSON MATHIAS HOLTZ**
Data: 17/01/2024 13:03:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Anderson Mathias Holtz
Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina

Documento assinado digitalmente
 **JOSE ROMARIO DE CARVALHO**
Data: 09/01/2024 07:47:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. José Romário de Carvalho
SEDU

DEDICATÓRIA

De todo meu coração, dedico este trabalho aos meus pais e avós, Joelma Vimercati, Fernando de Oliveira, Nelina Vimercati e Paulo Vimercati. Meus maiores exemplos, meus maiores incentivadores.

Que eu seja motivo de orgulho e me torne tão grandiosa quanto vocês são para mim.

AGRADECIMENTOS

Bom, mais uma vez eu me deparo com a etapa mais difícil ao encerramento de um ciclo, agradecer. Deveria ser algo tão simples, mas não. Expressar em palavras o que se sente e se mostrar grato a alguém parece nunca ser o suficiente ao se colocar em um papel. Mas, vamos lá...

Primeiramente, começo meus sinceros agradecimentos a quem me sustentou até aqui, nunca me desamparou, foi minha fonte de esperança, meu socorro e a quem agradeço incansavelmente todos os dias, Deus.

Aos meus pais, Fernando de Oliveira e Joelma Vimercati e meus avós Nelina Vimercati e Paulo Vimercati. Agradeço pelo colo quente, pelas palavras de conforto quando tanto precisei. Obrigada pelo incentivo, pelo cuidado, por sonharem todos os meus sonhos comigo. Vocês são essenciais à minha vida, à minha caminhada. Obrigada por serem refúgio, abrigo, porto seguro. Obrigada que mesmo distantes, estão sempre tão presentes. Amo vocês de todo meu coração e alma. Chego até aqui e buscando cada vez mais não só por mim e sim por nós.

Ao meu irmão, Paulo Anibal, agradeço pelo companheirismo, pelo apoio, pelas risadas em momentos de aflição, por todo aconchego, mesmo que desse jeito quietão. Obrigada por ser meu parceiro de vida, por topa tudo comigo sem pestanejar, por me incentivar tanto e por me ajudar a realizar meus sonhos, alcançar meus objetivos e por sempre ser minha maior torcida.

Ao professor Dirceu Pratisoli, obrigada por me acolher lá no comecinho, de braços e coração abertos. Meu grande incentivador e uma fonte de inspiração. Obrigada pelo carinho, compreensão, pela paciência (essa aqui precisou bastante). Agradeço até pelos puxões de orelha. Sem o senhor nada disso seria possível.

Agradeço a todos os colegas de profissão do laboratório NUDEMAFI, que quase me enlouqueceu, mas foi um pontapé para o meu crescimento pessoal e profissional. Em especial, agradeço a minha companheira de perrengue, Jéssica Barboza, que surtou comigo, mas sempre de sorriso no rosto e me passando a confiança que tudo daria certo. Você é parte de tudo isso e eu só tenho a agradecê-la. Ao meu colega de trabalho que se tornou um grande amigo para a

vida, Carlos Magno Ramos, obrigada por acreditar em mim, por me apoiar, pelas conversas, conselhos, por me fazer acreditar no meu potencial e por dividir comigo o dia a dia, me dar uns puxões de orelha de vez em quando e por tornar essa etapa mais leve.

Agradeço à Alixelhe Damascena, Luiza Akemi e Luiz, pelo apoio desde o início e pelo auxílio durante a realização do trabalho, quando eu ainda estava me encontrando na área.

Obrigada professora Délia Chaves pela orientação, pela paciência, pelas palavras doces que me trouxeram mais confiança que tudo daria certo, por todo auxílio juntamente às suas meninas, Amanda e Sofia, por me receberem de braços abertos no laboratório e por toda a contribuição.

Agradeço imensamente à minha segunda família, minhas meninas do 205, Mari Carvalho, Paolla Colares e Ana Paula Barbosa, que estão comigo desde quando eu acordo até a hora de dormir, me proporcionando boas risadas, sendo meu colinho nos dias mais difíceis. Vocês são incríveis e nunca saberei como agradecer o bastante pela nossa sintonia, pelo nosso companheirismo. Cada uma com seu jeitinho tão particular, Mari e toda sua falta de paciência, mas sempre ali para tudo; Paolla e toda sua ternura, sempre doce e alegre; Ana Paula, a materialização do carinho, do amor, do afeto, independente do dia e da circunstância, sempre me aconselhando, protegendo e paparicando. Levarei vocês para sempre no meu coração. Obrigada por tudo, por me incentivarem, torcerem tanto por mim, por estarem sempre do meu lado. É um privilégio dividir meus planos, meus sonhos, meus dias e minha casinha com vocês. Assim como vocês torcem por mim, torço por vocês, por um futuro brilhante, por uma vida cheia de realizações. Amo vocês incondicionalmente.

Meus mais sinceros agradecimentos aos meus amigos, alguns que estão bem pertinho, outros nem tanto, mas sempre na torcida e me incentivando a ir além, companheiros de cafés, de boas conversas. Kaio Roberti (Zé), João Marcílio, Pedro Vitor, Bárbara Risse, Débora Neiva, Izabel Barrada, Isabelle Bonfim, Sara Lima, muito obrigada por tudo, não sei o que seria de mim sem amigos tão incríveis como vocês.

Agradeço também a uma equipe, a querida família Taste, que além de me dar um emprego, se tornou muito especial para mim ao longo desses anos, é referência em comprometimento, me proporcionou muitas risadas, momentos felizes, aqui fiz amigos para a vida, e que foram de suma importância para o meu crescimento pessoal. Obrigada pela oportunidade de conhecê-los e por trabalhar com vocês.

Agradeço aos examinadores da banca, por aceitarem o convite e pela disponibilidade de participar desta etapa, contribuindo para o meu crescimento profissional. Aos professores Anderson Holtz, Hugo Zago e José Romário, muito obrigada.

Por fim, meus agradecimentos a instituição, ao programa de pós-graduação e a CAPES, CNPq e FAPES, pela oportunidade, pela jornada de conhecimento, pelo apoio financeiro e por todas as experiências proporcionadas.

EPÍGRAFE

“O Senhor é a minha força e o meu escudo: nele confiou o meu coração e fui socorrido.”

Salmos 28:7

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

RESUMO

OLIVEIRA, D.V. Ms. Sc. Universidade Federal do Espírito Santo. Outubro de 2023. **Efeito de fitoquímicos sobre *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae)**. Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli.

Neste trabalho foi avaliado o efeito letal e ovicida dos óleos vegetais de alho, graviola e o composto isolado d-limoneno e de formulações à base destes óleos sobre adultos de *Tetranychus urticae* e seus ovos. Para o preparo das formulações tendo como princípio ativo os óleos citados, foi realizada a adição de agentes adjuvantes com propriedade encapsulantes e emulsificantes, a fim de potencializar os efeitos destes óleos sobre adultos e ovos. Os óleos e formulações testados para avaliar atividade letal foram diluídos em concentrações a 0,1%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1,0% (v/v) e pulverizados diretamente sobre os ácaros adultos. Para atestar efeito ovicida foram preparadas diluições a 0,1%, 0,2%, 0,4% e 0,6% (v/v) dos óleos e suas respectivas formulações e aplicados sobre ovos de *T. urticae*. Para os óleos apenas diluídos, foi observado elevado potencial acaricida do óleo de alho, que em menores concentrações foi consideravelmente efetivo. As formulações se mostraram promissoras diante do aumento da mortalidade de ácaros para todos os fitoquímicos utilizados e em todas as concentrações. Em relação ao efeito ovicida o óleo de alho e graviola nas concentrações 0,4% e 0,6% (v/v), apresentaram potencial significativo, inviabilizando os ovos tratados, atingindo taxas de eclosão abaixo de 20%. Quanto as formulações, estas mostraram-se mais efetivas neste bioensaio, ao se comparar com os bioativos puros, inviabilizando o desenvolvimento e eclosão dos ovos em menores concentrações e para os três tratamentos.

Palavras-chave: Ácaro rajado. Óleos vegetais. Emulsões. Acaricida. Ovicida.

ABSTRACT

OLIVEIRA, D.V. Ms. Sc. Universidade Federal do Espírito Santo. October 2023.
Effect of phytochemicals on *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae). Advisor: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli.

In this work, the lethal and ovicidal effect of garlic and soursop vegetable oils and the isolated compound d-limonene and formulations based on these oils on adults of *Tetranychus urticae* and their eggs were evaluated. For the preparation of the formulations using the aforementioned oils as the active ingredient, the addition of adjuvant agents with encapsulating and emulsifying properties was carried out, in order to enhance the effects of these oils on adults and eggs. The oils and formulations tested to evaluate lethal activity were diluted in concentrations at 0.1%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% and 1.0% (v/v) and sprayed directly on the adult mites. Dilutions of 0.1%, 0.2%, 0.4% and 0.6% (v/v) of the oils and their respective formulations were prepared to attest to the ovicidal effect and applied to *T. urticae* eggs. For the only diluted oils, a high acaricidal potential of garlic oil was observed, which in lower concentrations was considerably effective. The formulations showed promise in the face of increased mite mortality for all phytochemicals used and at all concentrations. Regarding the ovicidal effect, garlic and soursop oil at concentrations of 0.4% and 0.6% (v/v) showed significant potential, making the treated eggs unviable, reaching hatching rates below 20%. As for the formulations, they proved to be more effective in this bioassay, when compared to the pure bioactives, making it impossible to develop and hatch eggs in lower concentrations and for the three treatments.

Keywords: Spider mite. Vegetable oils. Emulsions. Acaricide. Ovicide.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1 Características gerais de <i>Tetranychus urticae</i>	15
3.2 Manejo de <i>Tetranychus urticae</i>	17
3.2.1 Controle Químico.....	17
3.2.2 Controle Biológico.....	17
3.3 Utilização de óleos vegetais no manejo de pragas.....	20
3.3.1 Emulsões e encapsulamento de óleos vegetais.....	22
4. METODOLOGIA.....	23
4.1 Local de condução dos bioensaios.....	23
4.2 Criação e manutenção da população estoque de <i>Tetranychus urticae</i> ..	23
4.3 Obtenção dos extratos vegetais.....	24
4.4 Ensaios em laboratório.....	24
4.4.1 Preparo das diluições com os extratos puros.....	25
4.4.2 Preparo das formulações.....	25
4.5 Bioensaios e avaliação do efeito letal de agentes fitoquímicos sobre adultos de <i>Tetranychus urticae</i>	27
4.6 Bioensaios e avaliação dos efeitos de agentes fitoquímicos sobre a eclosão de ovos de <i>Tetranychus urticae</i>	28
4.7 Análises estatísticas.....	29
5. RESULTADOS.....	29

5.1 Toxicidade dos óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre <i>Tetranychus urticae</i>	29
5.2 Toxicidade das formulações à base de óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre adultos de <i>Tetranychus urticae</i>	31
5.3 Efeito dos óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre a viabilidade de ovos de <i>Tetranychus urticae</i>	34
5.4 Efeito das formulações à base de óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre a viabilidade de ovos de <i>Tetranychus urticae</i>	35
6. DISCUSSÃO.....	37
6.1 Toxicidade dos óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre adultos de <i>Tetranychus urticae</i>	37
6.2 Toxicidade das formulações à base de óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre adultos de <i>Tetranychus urticae</i>	40
6.3 Efeito dos óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre a viabilidade de ovos de <i>Tetranychus urticae</i>	42
6.4 Efeito das formulações à base de óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre a viabilidade de ovos de <i>Tetranychus urticae</i>	43
7. CONCLUSÃO	45
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (KOCH, 1836) (Acari: Tetranychidae), tem sido considerado atualmente praga chave devido a ampla ocorrência e alimentação em variadas culturas agrícolas (ATTIA et al., 2013). A espécie é polífaga e cosmopolita, além de apresentar elevada taxa de fecundidade, colaborando para o crescimento de populações resistentes aos princípios ativos mais utilizados como métodos de manejo da praga (SOUZA-PIMENTEL, 2014).

Neste contexto, se faz necessária a busca de novas estratégias que inviabilizem o crescimento de populações do ácaro rajado, uma vez que o controle da praga é realizado principalmente por meio de produtos químicos, apresentando risco ambiental, podendo promover intoxicação e contaminação dos recursos hídricos e solo, interferência na população de inimigos naturais, polinizadores, bem como a seleção de populações resistentes deste ácaro, reduzindo a eficiência dos pesticidas no campo (SATO et al., 2009; LIMA et al., 2020; RUIZ-JIMENEZ et al., 2021).

Algumas das alternativas que já vem sendo estudadas, é a utilização de metabólitos secundários de plantas. Os óleos provenientes dos órgãos vegetais, folhas, sementes, raízes, apresentam ampla diversidade química e são produzidos e utilizados como estratégia defensiva das plantas contra herbivoria, reduzindo infestações através da emissão de compostos voláteis como ácidos, aldeídos e terpenos, além de promover atração de polinizadores, entre outras finalidades (WOLFFENBÜTTEL, 2019).

Os óleos vegetais são reconhecidos como potencial método no manejo de pragas e doenças agrícolas, no entanto, algumas de suas características como volatilidade e fácil degradação, a depender das condições de armazenamento e aplicação, podem reduzir, retardar ou inibir sua eficácia. Deste modo, para melhor utilização dos óleos em campo, técnicas de liberação controlada vêm sendo estudadas como o encapsulamento, que visa incorporar esses fitoquímicos a uma matriz com intuito de liberação dos princípios bioativos

de forma gradual, oferecendo proteção contra fatores externos, como umidade e luz (ESPINOSA, 2021).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar se os óleos de alho, semente de graviola e o composto d-limoneno, apresentam efeito acaricida e ovicida sobre adultos e ovos de *Tetranychus urticae*.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar se alho, graviola e d-limoneno apresentam efeito letal sobre adultos de *Tetranychus urticae*;
- Avaliar formulações emulsionáveis à base destes óleos acrescidos de adjuvantes, a fim de potencializar o efeito letal, bem como a durabilidade, estabilidade e encapsulamento das moléculas;
- Avaliar se os óleos apresentam efeito ovicida, interferindo no desenvolvimento dos ovos e eclosão das larvas de *T. urticae*;
- Avaliar se os fitoquímicos supracitados quando usados com adjuvantes promoveram maiores taxas de mortalidade sobre *T. urticae*, bem como aumento do efeito ovicida.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Características gerais de *Tetranychus urticae*

Dentre as espécies de ácaros existentes nas lavouras comerciais, o *Tetranychus urticae*, popularmente conhecido como ácaro-rajado, se destaca por ser uma praga de elevado interesse econômico devido aos danos irreversíveis e altamente prejudiciais que promove nas mais diversas culturas (FASHING et al., 2016).

Esta espécie de ácaro é de ampla ocorrência no mundo, estando presentes em mais de 150 culturas agrícolas como, morangueiro, mamoeiro, algodoeiro, leguminosas, ornamentais, entre outras. Devido à natureza de seus danos, *T. urticae* é considerado praga chave em potencial, devido ao seu hábito

alimentar cosmopolita e polífago, seu curto tempo de desenvolvimento e elevada capacidade de infestação, principalmente em períodos secos e quentes (GALLO et al., 2002; GRBIĆ et al., 2011; CRUZ et al., 2014).

O ácaro-rajado é pertencente à Família Tetranychidae, a qual engloba cerca de 60% dos ácaros fitófagos de importância agrícola mundial (SATO, 2006; AGUIAR-MENEZES et al., 2007). A respeito das características morfológicas, *T. urticae* se diferencia dos demais pela sua coloração amarelo-esverdeada e presença de manchas dorsais, na região do abdome (idiossoma), apresenta forma ovalada e há presença acentuada de dimorfismo sexual, onde os machos são menores e com seção final no abdome (opistossoma) mais estreito em relação às fêmeas (SILLO, 2020).

Quanto à sua biologia, o ciclo biológico do ácaro-rajado é dividido em cinco estágios, a saber: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (MORO et al., 2012). A duração de cada estágio e desenvolvimento pode variar devido às condições de temperatura e umidade relativa, normalmente se completando entre dez a doze dias (25°C), e em temperaturas mais elevadas (30°C) esse período pode ser reduzido a sete dias (CASUSO; SMITH; LOPEZ, 2020). Cada fêmea de *T. urticae* pode realizar em média a oviposição de 100 ou mais ovos, em suas teias ou próximo às nervuras das folhas, a depender da cultura em que se encontra, caracterizando seu elevado potencial biótico e possibilitando o rápido aumento da população (SOUZA-PIMENTEL, 2014).

A ocorrência de infestações por ácaro-rajado possui como traço marcante a fácil visualização da presença desta praga, sendo observadas injúrias e aparecimento de teias, onde encontram-se alojados ovos e ninfas. As injúrias são causadas durante a alimentação, em que o ácaro insere seu estilete no tecido vegetal, e se alimenta da seiva extravasada, principalmente na parte abaxial das folhas, na qual são comumente encontrados, enquanto na parte superior pode ocorrer o aparecimento de pontos cloróticos (BERNARDI et al., 2015; MARÇAL, 2020).

Em ataques severos de *T. urticae*, a planta pode apresentar redução de sua taxa fotossintética, podendo também ocorrer, concomitantemente, um déficit hídrico pela planta em decorrência do aumento da transpiração, pelos danos causados ao mesófilo foliar e fechamento estomático, levando a cultura a

apresentar em seus tecidos foliares, amarelecimento, ressecamento e queda prematura das folhas (KARLEC et al., 2017).

3.2 Manejo de *Tetranychus urticae*

3.2.1 Controle Químico

A principal estratégia utilizada por produtores na tentativa de manejo e controle de populações do ácaro-rajado, vem sendo realizada através da aplicação de produtos químicos e acaricidas sintéticos (GUIMARÃES et al., 2010; AGROFIT, 2019). No entanto, a utilização do controle químico vem se mostrando ineficiente, levando a seleção de organismos resistentes aos princípios ativos e reduzindo as populações de predadores e inimigos naturais da praga, devido à baixa seletividade (MONTEIRO et al., 2015).

No Brasil, grande parte dos cultivos são realizados em larga escala, ideal para infestações alarmantes do ácaro-rajado, se fazendo necessário utilizar defensivos químicos sintéticos para controlar essas populações. No entanto, são relatados casos de resistência aos principais ingredientes ativos utilizados em produtos comerciais que se destacam no país, como Abamectina, Clorfenapir, Fempiroximato e Propargito (NICASTRO; SATO; SILVA, 2010; NICASTRO, 2014; OLIVEIRA et al., 2016).

Outra problemática em relação ao uso destes produtos como alternativa de controle do ácaro-rajado, trata-se dos prejuízos causados ao meio ambiente como contaminação do solo, água, redução exponencial de agentes polinizadores e outros organismos benéficos (POLETTI et al., 2010). Não obstante, deve-se considerar também os riscos que tais produtos oferecem à saúde, podendo causar intoxicações aos produtores, bem como a presença de resíduos nos cultivares, sendo um risco eminente aos consumidores (SILVEIRA et al., 2017).

3.2.2 Controle Biológico

O controle biológico trata-se de uma alternativa cujo princípio é utilizar inimigos naturais, já ocorrentes no ambiente ou multiplicados em larga escala em laboratório para posterior liberação destes em campo, com intuito de reduzir a população de uma praga alvo (MACENA, 2019; NOGUEIRA et al., 2022).

A utilização do controle biológico para manejo de pragas, já apresenta comprovações práticas de sua eficiência, onde busca-se constantemente aprimorar os métodos de criação e compreender as interações entre inimigos naturais e pragas-alvo no ambiente. No entanto, para o sucesso na utilização desse método é importante ressaltar que os inimigos naturais necessitam de condições favoráveis, como temperatura e disponibilidade de alimento para seu melhor desempenho no campo (CRUZ, 2002; MENDES et al., 2005; CRUZ & SILVA, 2019).

Neste contexto, com a crescente preocupação em preservar o meio ambiente, produção de alimentos mais saudáveis, redução do número de agrotóxicos utilizados nos cultivos, entre outros, são utilizados métodos concomitantemente, a fim de minimizar a problemática do uso de agroquímicos, incentivando pesquisas e a utilização do MIP, que se trata da integração de estratégias que reduzam a incidência de pragas em cultivos (SAMPAIO; FREDO; COSTA; BORTOLOTTI, 2022).

O controle biológico já vem ganhando destaque através da utilização de ácaros-predadores da Família Phytoseiidae, destacando-se no Brasil, as espécies *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks), no manejo do ácaro-rajado (McMURTRY; SOURASSOU; DEMITE, 2015).

Esses ácaros ocorrem naturalmente no ambiente, e atualmente já são multiplicados em laboratório e comercializados para posteriormente serem liberados no campo quando há elevadas infestações de ácaro-rajado, se fazendo necessário uma intervenção para controle (FREITAS, 2014). A utilização desses predadores está diretamente ligada à sua especificidade alimentar, e seu desempenho no controle em campo exige condições favoráveis como temperatura e densidade populacional da praga-alvo (alimento) (VARREGOSO, 2019).

Outro fator a ser considerado para a maior eficiência de predação desses ácaros, está relacionada às características da planta hospedeira (FERNANDES, 2021). Estudos revelam que a presença de tricomas podem interferir na mobilidade desses predadores, reduzindo sua eficiência em campo, bem como a presença de teias formadas por *T. urticae* (CEDOLA & SANCHEZ, 2003). Além disso, as plantas apresentam estratégias de defesas em resposta à herbivoria,

como produção de metabólitos secundários, podendo ser tóxicos ou repelentes. Desta forma, observou-se que a liberação de exsudados pela planta se relaciona negativamente à fecundidade, desenvolvimento e desempenho dos ácaros-predadores (KOLLER; SCHAUSBERGER, 2007).

Os ácaros *N. californicus* e *P. macropilis* são alternativas promissoras para o manejo de *T. urticae* e se mostram muito eficazes, principalmente devido ao seu hábito alimentar (ZHANG, 2003; PROMIP, 2015). Apesar de *N. californicus* não ser um predador especialista, ele se alimenta preferencialmente de ácaros tetraniquídeos. Entretanto, quando as populações de presas são baixas, este pode consumir fontes alternativas como pequenos insetos, pólen e outras espécies de ácaros de hábito fitófago (RHODES; LIBURD, 2015). *P. macropilis*, por sua vez, trata-se de um predador especialista, alimentando-se exclusivamente do gênero *Tetranychus* e sendo amplamente usado no ramo da agricultura (QUEIROZ, 2020).

Devido às características já mencionadas, é recomendado que *N. californicus* seja introduzido logo ao início de infestações por ácaro-rajado, ou combinado à inoculação de *P. macropilis*, otimizando os programas de manejo, desta forma este predador é capaz de manter baixa a densidade populacional da praga, evitando danos nas culturas por um longo período (DELISLE; SHIPP; BRODEUR, 2015).

Outra alternativa que já vem sendo utilizada, visando a redução e impactos ambientais causadas pelo uso de agrotóxicos sintéticos, é a utilização de microrganismos como, *Beauveria bassiana*. Este fungo entomopatogênico é caracterizado por parasitar artrópodes em diferentes culturas, podendo ser encontrado e comercializado como isolados, para a aplicação em campo, de todo o mundo (SCHAPOVALOFF et al., 2014).

Como qualquer outra forma de controle biológico, é necessário que seja feito o monitoramento adequado da área, do desenvolvimento da praga-alvo, das condições ambientais, a fim de garantir a sobrevivência e o sucesso do organismo utilizado para o manejo. Esse fungo é uma alternativa promissora devido à sua vasta gama de hospedeiros, fácil reprodução em laboratórios para escala industrial, bem como a facilidade de realizar suas formulações e aplicações (BUGEME et al., 2009; SANTOS et al., 2016).

Estudos com *B. bassiana* se mostraram eficientes no combate a lagartas do gênero *Spodoptera* (NEGRINI, 2019), *Helicoverpa zea* (ZAMBIAZZI et al., 2016) e em percevejos (OLIVEIRA, 2017; PELLIN, 2017). Em relação ao manejo de ácaros, quando infectados por esses microrganismos foi observada a perda de sua mobilidade, bem como a presença de micélio recobrendo seu corpo. Após a sua morte, o corpo se torna enrijecido e perde sua coloração, e há o aparecimento de estruturas reprodutivas do patógeno, possibilitando realizar a identificação do mesmo (CAVALCANTI et al., 2008).

Devido ao seu ciclo biológico, *B. bassiana* é caracterizado como um parasito facultativo. Os conídios, estruturas responsáveis pela dispersão do fungo, tem capacidade de penetrar a cutícula dos organismos praga, ou por meio de estruturas respiratórias. Após sua instalação no corpo do hospedeiro, esse fungo começa sua multiplicação na hemolinfa, causando esgotamento dos nutrientes do alvo, causando sua morte. Quando em condições ideais o fungo pode emergir e suas hifas formam uma camada branca sobre o cadáver (LAZZARINI, 2005; DALZOTO & UHRY, 2009).

Quando se faz o uso de entomopatógenos no manejo de pragas, é necessário ressaltar que inseticidas, acaricidas, herbicidas e até mesmo produtos naturais podem causar efeitos adversos nos microrganismos, reduzindo ou anulando sua eficiência. Desta forma, deve-se avaliar e obter informações prévias sobre a compatibilidade do uso de produtos químicos sintéticos e sua interação com bioinseticidas, com intuito de aumentar as respostas de manejo (GRAVENA, 2007).

3.3 Utilização de óleos vegetais no manejo de pragas

Devido à preocupação em reduzir a utilização de agrotóxicos no manejo de pragas, surgiu a necessidade de encontrar alternativas menos prejudiciais, no entanto, eficazes. Estudos que vem ganhando espaço e se mostrando promissores, estão relacionados à utilização de compostos extraídos dos vegetais, com ação inseticida e/ou acaricida (PONTES et al., 2007).

Diante dessa elevada demanda por produtos que ofereçam menos riscos à biodiversidade e saúde, já foram identificadas e caracterizadas diversas

plantas e seus compostos bioativos. Estes bioativos referem-se aos metabólitos ou compostos de origem natural, sendo nas plantas, comumente, provenientes do metabolismo secundário (MOREIRA et al., 2006).

Os inseticidas e acaricidas de origem botânica podem apresentar variadas formas de ação sobre a praga de interesse, agindo por meio de efeito tóxico, repelente, deterrente, inibidor de crescimento, reduzindo a taxa de fecundidade, alteração do comportamento, efeitos sobre o desenvolvimento deste ou na alimentação (TEODORO et al., 2017; FREITAS et al., 2019). Os ácidos graxos presentes nos óleos vegetais são bioativos a elevada variedade de insetos e ácaros, sendo efetivos quando em contato com estes organismos, ocasionando bloqueio respiratório e atuando sobre as funções da membrana celular (SIMS et al., 2014; BERNKLAU; HIBBARD; BJOSTAD, 2016).

Os agentes fitoquímicos trazem uma vasta gama de benefícios, pois se tratam de produtos com rápida degradação, o que reduz seu tempo no ambiente, possuem rápida ação, podendo surtir efeitos sobre a praga logo após sua aplicação, apresenta baixo grau de toxicidade, em sua maioria são seletivos, não desencadeando danos aos organismos benéficos e um fator importante é que esses compostos em sua maioria não são fitotóxicos (CLOYD, 2004; BENATO et al., 2019).

Os óleos vegetais podem se caracterizar como essenciais ou fixos. A extração de óleos essenciais pode ser realizada por alternadas partes da planta, através de solventes orgânicos, prensagem, arraste a vapor d'água, entre outros. Trata-se de produtos altamente voláteis, sendo necessário cuidado durante seu manuseio e armazenamento. Os óleos fixos, por sua vez, são mais densos por possuírem abundância de lipídios e são extraídos por prensagem de sementes (SILVA et al., 2017).

Os óleos de origem vegetal são relatados como eficientes no manejo de pragas como ácaros, cochonilhas, tripes, pulgões e mosca-branca. Alguns óleos são comprovadamente eficazes e comercializados, tais como óleo de neem e óleos de citrus. Em relação aos compostos bioativos destacam-se a nicotina, rianóides, piperinas, entre outros (MARANGONI; MOURA; GARCIA, 2012; KATOLE et al., 2021).

Apesar dos fitoquímicos apresentarem origem natural, deve-se atentar aos possíveis efeitos adversos, pois não se tratam de produtos totalmente seguros, sendo importante o conhecimento do princípio ativo, a forma de ação e precauções em sua aplicação no campo (AVELINO et al., 2019).

3.3.1 Emulsões e encapsulamento de óleos vegetais

Como já mencionado anteriormente, os extratos e óleos vegetais, trata-se de compostos extremamente voláteis, podendo perder facilmente suas características naturais em contato com a luz, calor e oxigênio. Desta forma, devido ao potencial que estes fitoquímicos tem apresentado como alternativa ao controle de pragas, e tendo, em contrapartida a preocupação em manter suas características básicas, vêm sendo estudadas e desenvolvidas para contornar essas limitações, a utilização da nanotecnologia que visa melhorar o desempenho, estabilidade e a atividade biológica, através do preparo de emulsões que promovam o encapsulamento de partículas e moléculas, fornecendo um sistema de liberação controlada, que além de aumentar e facilitar a aplicação, potencializam a ação dos óleos (AGUIAR, 2017).

Neste contexto, uma estratégia vantajosa é o micro encapsulamento de óleos vegetais, através do preparo de emulsões, que retarda a degradação destes compostos bioativos, protegendo os ácidos graxos da oxidação, prolongando o tempo de armazenamento e preservando as propriedades de interesse (REINECCIUS & YAN, 2015).

Uma emulsão pode ser definida como uma mistura de dois líquidos que são imiscíveis, onde um encontra-se disperso na forma de glóbulos, sendo uma fase dispersa, em outro líquido de fase contínua. Desta forma entende-se que uma emulsão consiste em um sistema heterogêneo, em que um líquido imiscível se encontra completamente difuso em outro (LIMA, 2008).

Os tipos de emulsões mais comuns, são formadas por água e óleo. Estas trata-se de dispersões coloidais formadas por duas fases, uma considerada a fase interna, dispersa ou descontínua, e a fase externa, dispersante ou contínua, a qual rodeia as gotículas. Para que se dê a mistura dessas duas fases, são

utilizados agentes tensoativos ou emulsivos, responsáveis por impedir a separação das fases, tornando a mistura estável (ZANON, 2010).

Através do preparo de emulsões e fazendo a utilização de agentes encapsulantes, a liberação dos óleos ocorrem de forma lenta. Os óleos encapsulados são constituintes do núcleo, que fica protegido e sua degradação é gradual, aumentando sua vida útil mesmo em contato com agentes externos. Desta forma, quando utilizadas essas formulações seus efeitos são prolongados e mais eficientes (RAI et al., 2017).

4. METODOLOGIA

4.1 Local de condução dos bioensaios

Os experimentos foram realizados em laboratório, nas dependências do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), localizado na Universidade Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre – ES, no setor de entomologia.

As plantas utilizadas para estabelecimento e manutenção das populações de *T. urticae* foram cultivadas em casa de vegetação no próprio Campus. Os experimentos laboratoriais consistiram desde a criação e manutenção dos ácaros e condução dos bioensaios, em sala com temperatura monitorada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

4.2 Criação e manutenção da população estoque de *Tetranychus urticae*

Para dar início à criação estoque, foram coletados em campo, exemplares da espécie *T. urticae*, os quais foram trazidos para o laboratório e inoculados em plantas de feijão-de-porco *Canavalia ensiformis* L. (Fabaceae), estabelecendo-se a criação do ácaro.

O plantio de feijão-de-porco foi realizado em substrato, em copos descartáveis de 200mL, sendo estes colocados em estufa para o desenvolvimento das plantas, por aproximadamente 15 dias. Posteriormente, foram levados para salas monitoradas, onde são mantidas as populações do ácaro, realizando as manutenções diárias destas populações. Tal processo é

realizado no momento em que as plantas pré-infestadas se encontram inadequadas ao desenvolvimento da população do ácaro, ou seja, em ponto de murcha, trocando-se por plantas saudias, para garantir a alimentação e reprodução dos indivíduos de *T. urticae*.

A infestação de ácaros em novas plantas ocorre quando há a necessidade em ofertar plantas jovens, no período em que as plantas pré-infestadas se encontram em elevado estado de degradação devido ao ataque, podendo variar entre 10 a 15 dias, a depender do tamanho da população.

A inoculação dos ácaros se dá por contato direto entre as plantas. Folhas de plantas previamente infestadas e já murchas são colocadas sobre as plantas intactas. Os ácaros migram das folhas murchas para as novas, onde continuam seu ciclo biológico.

4.3 Obtenção dos extratos vegetais

Os óleos vegetais utilizados para a condução dos bioensaios foram selecionados a partir de estudos prévios sobre seu potencial letal sobre diferentes espécies pragas. Os óleos foram adquiridos comercialmente, sendo estes: óleo de alho (*Allium sativum* - Distriol lote 3224/26124, validade 28/10/23), o qual se obtém a partir da maceração ou destilação do bulbo do alho fresco ou seco em um solvente, como álcool ou água; óleo vegetal de semente de graviola (*Annona muricata* – Destilaria Bauru lote DBPO-OVSG, validade 10/23) e d-limoneno (Fraction X lote 005/22, validade 02/23), composto químico obtido a partir de extratos vegetais, proveniente das cascas de frutas cítricas, como laranja e limão.

Não foram realizadas as caracterizações dos extratos por se tratarem de óleos fixos e o composto d-limoneno trata-se de um produto puro.

4.4 ENSAIOS EM LABORATÓRIO

Os ensaios foram conduzidos em plantas jovens e saudias, com aproximadamente 15 dias de cultivadas, sem sintomas de doenças ou presença de artrópodes. Em cada tratamento foram utilizadas três plantas de feijão-de-

porco cultivadas em copo descartável de 200mL, no qual foi colocado para germinar 3 sementes, totalizando seis folhas por copo, as quais foram utilizadas para inoculação dos ácaros e aplicação dos óleos e formulados.

4.4.1 Preparo das diluições com os extratos puros

Para a realização dos testes a fim de avaliar o efeito letal dos óleos puros sobre adultos de *T. urticae*, primeiramente foram pré-estabelecidas as concentrações a serem utilizadas, sendo 0% (testemunha), 0,1%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1,0% (v/v) de cada óleo, separadamente. Foram preparados sete tratamentos com seis repetições, onde cada folha consistiu em uma repetição, para cada concentração.

Desta forma, para realizar a aplicação dos tratamentos, foram preparadas as diluições destes, utilizando 0,1% (v/v) de tween® 80, um tensoativo hidrofílico, previamente diluído a 30% (v/v) em água destilada. Foram preparados 50mL de cada tratamento, adicionando o volume de óleo conforme a concentração definida, o tween® e completando o volume total com água destilada. A testemunha foi composta por água destilada e tween® 80.

4.4.2 Preparo das formulações

Para realizar o preparo das formulações, foram definidos os aditivos a serem utilizados, conforme necessidades de mantê-las estáveis, conforme as características destes adjuvantes e a fim de torná-la uma formulação facilmente solúvel em água, para a realização das pulverizações. Após essa etapa, foram pré-estabelecidas as concentrações a se utilizar para o preparo de uma formulação padrão e concentrada (Tabela 1).

Foram utilizados glicerina, um umectante e solvente, a fim de auxiliar a aderência do produto as folhas; goma de guar, produto encapsulante, utilizado com o intuito de reduzir a volatilidade dos óleos utilizados; EDTA, agente quelante; malto dextrina, apresenta-se com efeito estabilizador de emulsões; álcool cetosteárico, também utilizado devido sua capacidade de estabilizar emulsões, bem como suas características emolientes, que aumentam a viscosidade do produto; tween® 80, um tensoativo utilizado para facilitar a

diluição dos óleos; vaselina, utilizada para reduzir a perda de água das formulações; água destilada; extratos vegetais de alho, d-limoneno e graviola (Tabela 1).

Tabela 1- Componentes, quantidade e peso utilizado em cada fase da formulação dos óleos.

Componente	Quantidade (%)	Massa (g)
Fase A		
Glicerina	5,0%	20g
Goma de guar	0,5%	2g
EDTA	0,1%	0,4g
Maltodextrina	0,1%	0,4g
Água destilada	Qsp – quantidade suficiente para	
Fase B		
Álcool cetosteárico	4,0%	16g
Tween® 80	8,0%	32g
Vaselina líquida	5,0%	20g
Fase C		
Óleo – Alho/ D-limoneno/ Graviola	5,0%	5g

A formulação produzida no referido trabalho, trata-se de uma emulsão simples, óleo em água. Desta forma para melhor mistura entre os produtos foram realizadas as seguintes etapas: Fase A (aquosa) – primeiramente foram pesados 20g de glicerina líquida e dentro desta foram levigados os agentes em pó, goma

de guar (2g), EDTA (0,4g) e malto dextrina (0,4). Esse processo se dá para evitar a formação de grumos durante o preparo. Após a pesagem realizou-se a mistura dos componentes, foi adicionado água destilada, para o preparo, conforme o volume desejado e aquecimento a 75°C. Fase B (oleosa) – Nessa etapa foram pesados 16g de álcool cetosteárico, acrescidos 32g de tween® 80 e 20g de vaselina. Essa etapa também foi aquecida, a 75°C para dissolver o álcool e tornar a mistura homogênea.

Ao fim das fases anteriores foi vertido o conteúdo da fase B dentro do recipiente contendo a fase A e resfriado a 40°C. Após a homogeneização da mistura e seu resfriamento, foram divididos em 3 recipientes a quantidade desejada da formulação base e dentro de cada um foram adicionados 5g de cada óleo a ser utilizado, alho, d-limoneno e graviola (Fase C). Foi realizada a mistura até que se homogeneizassem, e por fim, armazenados em potes de vidro envoltos por papel alumínio e colocados em armários para posteriormente serem utilizados.

4.5 Bioensaios e avaliação do efeito letal de agentes fitoquímicos sobre adultos de *Tetranychus urticae*

As fêmeas adultas foram inoculadas nas plantas de feijão-de-porco, com auxílio de um pincel de cerdas finas, por 24 horas antes da aplicação dos óleos em cada tratamento, a fim de permitir sua aderência às folhas e evitando a perda dos organismos durante as pulverizações, realizadas diretamente sobre os indivíduos.

A pulverização dos tratamentos, à base de óleos puros, nas concentrações 0,1%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1,0% (v/v), foram realizadas com auxílio de um aerógrafo conectado a um compressor de pressão. Foram preparados 50mL de cada solução, e a quantidade a ser aplicada variou a depender da área foliar das repetições, sendo distribuído a cada unidade amostral (6 folhas = 6 repetições), considerando um volume de aplicação semelhante ao requerido em condições de cultivo, garantindo o molhamento da área total de cada folha. Ao fim desta etapa as plantas de feijão-de-porco foram

colocadas separadamente em potes plásticos de 750 gramas, sendo um copo descartável com a planta de feijão tratada em cada pote, evitando o contato entre si. Por fim foram armazenadas em prateleiras em sala monitorada a $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ e fotoperíodo de 12 horas.

Para proceder com as pulverizações das formulações, foi realizada a pesagem destas, segundo as concentrações requeridas, e como as formulações se encontravam concentradas, foi feita a diluição destas em água destilada. Nesta etapa as aplicações foram realizadas com um aerógrafo conectado a um compressor de pressão, sendo também aproximadamente 50mL de cada tratamento, e nas concentrações 0,6%, 0,8% e 1,0% (v/v). Da mesma forma, estes tratamentos foram aplicados para que houvesse distribuição uniforme dos volumes sobre superfície foliar para cada repetição. Por fim as plantas foram acondicionadas separadamente em potes, armazenadas em prateleiras, sem contato entre si em sala a $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ e fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações para mortalidade de adultos de *T. urticae* foi realizada 24, 48 e 72 horas após as pulverizações dos óleos e de suas respectivas formulações com auxílio de lupa manual e pincel de cerdas finas.

4.6 Bioensaios e avaliação dos efeitos de agentes fitoquímicos sobre a eclosão de ovos de *Tetranychus urticae*

Para a realização dos testes a fim de avaliar o potencial ovicida dos diferentes óleos selecionados e de suas respectivas formulações, foram utilizadas as concentrações de 0% (testemunha), 0,1%, 0,2%, 0,4% e 0,6% (v/v). O número total de concentrações foi reduzido, pois nos testes anteriores, observou-se efeito fito tóxico nas plantas nas concentrações 0,8% e 1,0% (v/v), não sendo interessante mantê-las.

Após a definição das concentrações seguiu-se para o preparo dos bioensaios. Para avaliar o efeito sobre os ovos, o critério observado foi se haveria ou não interferência sobre a eclosão das ninfas de *T. urticae*. Sendo assim, foram utilizadas seis folhas de feijão-de-porco por tratamento, sendo cada folha considerada uma repetição para o teste. Sobre cada folha foram inoculados dez indivíduos adultos do ácaro rajado. Após essa etapa, as plantas de feijão-de-

porco foram separadas e armazenadas individualmente em potes plásticos de 750 gramas e dispostas em prateleiras, com espaço suficiente para que as folhas não entrassem em contato, evitando que os indivíduos passassem de uma planta a outra.

Após 48 horas, tempo pré-estabelecido para a oviposição, foram retirados todos os adultos de cada planta e foi realizada a contabilização dos ovos de *T. urticae* em cada folha. Seguiu-se então para a pulverização de cada tratamento, óleos puros e suas respectivas formulações, sendo preparados 50mL de cada concentração e realizadas as aplicações. As soluções foram pulverizadas com auxílio de um aerógrafo, até o ponto de molhamento de toda a área foliar.

As avaliações foram realizadas 5 dias após o tratamento, sendo pré-estabelecido conforme o tempo do ciclo de eclosão das ninfas do ácaro rajado, entre 3 a 5 dias. Para contabilizar e avaliar os efeitos dos tratamentos, foi feita a contagem de ninfas de *T. urticae* presentes em cada folha com auxílio de um estereomicroscópio binocular.

4.7 Análises estatísticas

Foi utilizado um delineamento de blocos casualizados, em fatorial duplo (óleos/formulações × concentrações). Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), comparando as médias pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os dados foram submetidos ao teste Dunnett para avaliar significância entre os tratamentos e o teste controle. As análises foram realizadas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

5. RESULTADOS

5.1 Toxicidade dos óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre adultos de *Tetranychus urticae*

Nos bioensaios realizados por contato direto sobre os indivíduos de *T. urticae*, com óleo puro, observou-se mortalidade dos indivíduos adultos do ácaro rajado. Os óleos de alho e de graviola, diferiram estatisticamente do tratamento controle a partir da concentração 0,2% com 51,6% e 58,3% de mortalidade,

respectivamente (Tabela 2), indicando potencial letal mesmo em menores dosagens. Para o óleo de d-limoneno constatou-se resultado significativo apenas na concentração a 1%, com mortalidade de indivíduos adultos de *T. urticae* atingindo 73,3% (Tabela 2).

O óleo de alho apresentou aumento progressivo para mortalidade de adultos de *T. urticae* à medida que as dosagens dos agentes fitoquímicos foram aumentadas, mostrando correlação direta entre dose x concentração, enquanto o óleo de graviola, apesar de eficiente, apresentou variações das taxas de mortalidade. Para d-limoneno, apesar de não apresentar resultados significativos abaixo de 1,0%, foi possível avaliar variações do índice letal, como ocorreu ao utilizar óleo de graviola (Tabela 2).

Tabela 2: Mortalidade (%) de *Tetranychus urticae* com óleos vegetais (\pm erro padrão) de alho, d-limoneno e graviola.

Óleos	Concentrações					
	0,1%	0,2%	0,4%	0,6%	0,8%	1,0%
Alho	43,3 \pm 14,7 Ac	51,6* \pm 9,0 Ac	85,0* \pm 4,2 Ab	88,3* \pm 4,7 Ab	91,6* \pm 1,6 Ab	100* \pm 0,0 Aa
D-limoneno	36,6 \pm 16,4 Ab	33,3 \pm 10,5 Bc	25,0 \pm 12,5 Cd	36,6 \pm 7,1 Bc	33,3 \pm 7,9 Bc	73,3* \pm 7,6 Ba
Graviola	40,0 \pm 7,6 Ad	58,3* \pm 19,0 Ac	68,3* \pm 3,0 Bb	88,3* \pm 6,5 Aa	78,3* \pm 10,1 Ba	81,6* \pm 7,9 Ba
Testemunha	13,3 \pm 9,8					
CV %	46,19%					

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de * se diferem do tratamento testemunha ao nível de 5% de significância pelo teste Dunnett.

O óleo vegetal de alho apresentou resultados promissores nas concentrações 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1,0%, com índices de mortalidade acumulada a partir de 85%, tendo atingido a máxima mortalidade na concentração de 1,0%, com 100% de eficácia (Tabela 2).

Quanto ao óleo de graviola, também foi observado elevado potencial acaricida, destacando-se as dosagens a 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1,0%, atingindo índices de 68,3%, 88,3%, 78,3% e 81,6%, respectivamente. No entanto, foi observada variação nas taxas de mortalidade, não estando aumento da dosagem diretamente correlacionada ao aumento da taxa letal (Tabela 2).

O composto isolado d-limoneno, apresentou índice letal significativo apenas a 1,0% diferindo estatisticamente da testemunha, atingindo 73,3% de mortalidade (Tabela 2).

5.2 Toxicidade das formulações à base de óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre adultos de *Tetranychus urticae*

Após o preparo das formulações e ao decorrer de 24 horas antes da realização dos tratamentos, foi observado que as emulsões de alho, graviola e d-limoneno se mantiveram estáveis, homogêneas e não ocorreu formação de grumos. Todas as emulsões apresentaram determinada viscosidade, coloração branca, e de fácil diluição em água, sendo a formulação com d-limoneno um pouco mais líquida (Tabela 3).

Ao realizar as análises das formulações, observa-se o aumento do potencial letal e diferença estatística entre o controle, em todos os tratamentos (Tabela 3). Todas as formulações foram tóxicas para adultos de *T. urticae*, atingindo altos índices de mortalidade. No entanto, houve variação entre as taxas de toxicidade e as concentrações, não apresentando mortalidade progressiva ao decorrer do aumento das dosagens (Tabela 3)

Os óleos de D-limoneno e graviola a 0,1% apresentaram menor taxa de mortalidade dos indivíduos de ácaro rajado, com 78,3% e 81,6%, respectivamente. (Tabela 3).

Entre os formulados à base dos óleos testados, a formulação de alho se destacou, pois a partir da menor concentração (0,1%) já apresentou mortalidade significativa se comparado aos demais óleos, apresentando eficácia de 95%. Nas concentrações 0,2% e 1,0% obteve-se efeito letal de 100%. O formulado à base de óleo de graviola mostrou-se promissor, apesar da variação na

mortalidade em relação às concentrações. No entanto, sua eficácia variou entre 85 a 100% (Tabela 3).

No que se refere ao d-limoneno, esse teve o mesmo comportamento que o óleo de graviola, porém sua eficácia foi menor, variando entre 78% e 100% (Tabela 3).

Contudo, todos os formulados a base de óleo vegetal de alho, d-limoneno e graviola apresentaram interação significativa entre dose x mortalidade, mostrando efetividade para mortalidade de *T. urticae* independente da concentração utilizada (Tabela 3).

Tabela 3: Mortalidade (%) de *Tetranychus urticae* com formulações (\pm erro padrão) a base de óleos de alho, d-limoneno e graviola.

Formulações	Concentrações					
	0,1%	0,2%	0,4%	0,6%	0,8%	1,0%
Alho	95,0* \pm 2,2 Ab	100* \pm 0,0 Aa	98,3* \pm 1,6 Aa	91,6* \pm 4,7 Bb	93,3* \pm 3,3 Bb	100* \pm 0,0 Aa
D-limoneno	78,3* \pm 8,7 Bd	100* \pm 0,0 Aa	93,3* \pm 3,3 Ac	96,6* \pm 3,3 Ab	91,6* \pm 4,7 Bc	90,0* \pm 6,8 Cc
Graviola	81,6* \pm 7,4 Bc	96,6* \pm 2,1 Ab	98,3* \pm 1,6 Aa	98,3* \pm 1,6 Aa	100* \pm 0,0 Aa	95,0* \pm 3,4 Bb
Testemunha	31,6 \pm 6,5					
CV	22,44%					

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de * se diferem do tratamento testemunha ao nível de 5% de significância pelo teste Dunnett.

Ao realizar um comparativo entre os óleos utilizados e suas respectivas formulações, comprova-se a melhor efetividade para a formulação independente do agente fitoquímico utilizado.

O extrato de alho diferiu estatisticamente de seu formulado apenas nas concentrações 0,1 e 0,2% (Tabela 4). Para o composto d-limoneno apenas a

concentração a 1,0% (Tabela 4) do óleo puro se equiparou estatisticamente ao seu formulado. O extrato de graviola, por sua vez, se diferiu estatisticamente de seu formulado nas concentrações a 0,1%, 0,2% e 0,4% (Tabela 4).

Tabela 4: Comparativo entre mortalidade (%) de *Tetranychus urticae* com óleos vegetais e suas respectivas formulações (\pm erro padrão).

Tratamentos	Concentrações						
		0,1%	0,2%	0,4%	0,6%	0,8%	1,0%
Alho	Óleo	43,3 \pm 1,47 Bb	51,6 \pm 0,90 Bb	85,0 \pm 0,42 Aa	88,3 \pm 0,47 Aa	91,6 \pm 0,16 Aa	100,0 \pm 0,00 Aa
	Form.	95,0 \pm 0,22 Aa	100,0 \pm 0,00 Aa	98,3 \pm 0,16 Aa	91,6 \pm 0,47 Aa	93,3 \pm 0,33 Aa	100,0 \pm 0,00 Aa
D-limoneno	Óleo	48,3 \pm 1,64 Bb	33,3 \pm 1,05 Bc	25,0 \pm 1,25 Bc	36,6 \pm 0,71 Bc	33,3 \pm 0,79 Bc	73,3 \pm 0,76 Aa
	Form.	78,3 \pm 0,87 Aa	100,0 \pm 0,00 Aa	93,3 \pm 0,33 Aa	96,6 \pm 0,33 Aa	91,6 \pm 0,47 Aa	90,0 \pm 0,68 Aa
Graviola	Óleo	40,0 \pm 0,76 Bb	58,3 \pm 1,90 Bb	68,3 \pm 0,30 Ba	88,3 \pm 0,65 Aa	78,3 \pm 1,01 Aa	81,6 \pm 0,79 Aa
	Form.	81,6 \pm 0,74 Aa	96,6 \pm 0,21 Aa	98,3 \pm 0,16 Aa	98,3 \pm 0,16 Aa	100,0 \pm 0,00 Aa	95,0 \pm 0,34 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, entre cada óleo e sua formulação, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Apesar de não serem encontrados muitos relatos sobre o aumento da eficácia de formulações em relação aos óleos puros, após a realização do presente trabalho pode-se concluir que as formulações preparadas, em todas as concentrações e para todos os óleos, apresentaram aumento significativo de mortalidade em relação aos seus respectivos extratos.

5.3 Efeito dos óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre a viabilidade de ovos de *Tetranychus urticae*

Para avaliar e constatar a efetividade dos extratos fitoquímicos apenas diluídos e aplicados sobre os ovos, foi considerado o menor percentual de eclosão de ninfas. Apenas os óleos de alho nas concentrações 0,4%, 0,6%, e graviola a 0,2%, 0,4% e 0,6% (Tabela 5) se diferiram estatisticamente do tratamento controle. Para os tratamentos com alho e graviola houve uma correlação inversa entre dosagem e eclosão das ninfas, onde à medida que foi realizado o aumento das concentrações foi constatado uma menor viabilidade dos ovos. Em relação ao d-limoneno não foram observados resultados significativos, independente da concentração utilizada em relação à testemunha e os demais óleos.

Tabela 5: Viabilidade de ovos (%) de *Tetranychus urticae* após tratamento com óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola.

Óleos	Concentrações			
	0,1%	0,2%	0,4%	0,6%
Alho	83,51 ± 0,02 Aa	85,53 ± 0,04 Aa	24,85* ± 0,02 Bb	10,01* ± 0,03 Cc
D-limoneno	96,69 ± 0,008 Aa	95,16 ± 0,12 Aa	93,99 ± 0,01 Aa	95,54 ± 0,01 Aa
Graviola	87,37 ± 0,03 Aa	63,60* ± 0,08 Bb	24,64* ± 0,04 Bc	17,84* ± 0,06 Bc
Testemunha	99,12			
CV	3,27%			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de * se diferem do tratamento testemunha ao nível de 5% de significância pelo teste Dunnett.

O extrato de alho, nas concentrações 0,4% e 0,6%, se mostraram promissores, atingindo eclosão de apenas 24,85% e 10,01% respectivamente, diferindo estatisticamente entre si, no entanto com resultados consideráveis para ambos.

Para o extrato de graviola, nas concentrações a 0,4% e 0,6%, não foi observada diferença estatística entre as concentrações, sendo observado baixa

taxa de eclosão em ambos, atingido apenas 24,64% e 17,84% de viabilidade dos ovos.

Para o composto d-limoneno, a eclosão de ninfas não foi afetada de forma considerável, atingindo em todos os tratamentos o percentual de eclosão acima de 90%.

5.4 Efeito das formulações à base de óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre a viabilidade de ovos de *Tetranychus urticae*

Ao realizar as análises do efeito das formulações sobre a eclosão dos ovos, foi observado que apenas a emulsão contendo d-limoneno a 0,1% não se diferiu do tratamento controle (Tabela 6). Os formulados a base de óleo de alho e graviola, se diferiram da testemunha desde a primeira dosagem, atingindo índice de eclosão de 44,51% e 66,53% (Tabela 6), mostrando-se potencial mesmo em concentrações reduzidas.

Destacaram-se as formulações de alho e d-limoneno a 0,4% e 0,6%, onde foram constatados índices de eclosão de apenas 4,09% e 0,26% para o óleo de alho e 7,71% e 6,36% para o composto d-limoneno (Tabela 6).

Os tratamentos com melhor desempenho do óleo de graviola foram as formulações a 0,4 e 0,6% atingindo taxa de eclosão de 17,74% e 14,18% respectivamente (Tabela 6).

Para todas as formulações houve correlação inversa onde a taxa de eclosão foi reduzida gradativamente conforme o aumento das dosagens (Tabela 6).

Tabela 6: Viabilidade de ovos (%) de *Tetranychus urticae* após tratamento com as formulações à base de óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola.

Formulações	Concentrações			
	0,1%	0,2%	0,4%	0,6%
Alho	44,51* ± 0,09 Ca	20,74* ± 0,06 Cb	4,09* ± 0,02 Ac	0,26* ± 0,002 Cc
D-limoneno	96,00 ± 0,01 Aa	52,55* ± 0,06 Ab	7,71* ± 0,01 Ac	6,36* ± 0,08 Ac

Graviola	66,53* ± 0,08 Ba	34,83* ± 0,07 Bb	17,74* ± 0,03 Bc	14,18* ± 0,08 Bc
Testemunha	91,22			
CV	4,32%			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de * se diferem do tratamento testemunha ao nível de 5% de significância pelo teste Dunnett.

Ao realizar o comparativo entre a viabilidade dos ovos ao serem tratados com óleos puros e suas respectivas formulações, observa-se que os formulados se mostraram mais efetivos (Tabela 7). Foi observado redução considerável da taxa de eclosão mesmo que em concentrações mais baixas e conforme o aumento das dosagens menor o índice de eclosão, mostrando interação significativa entre dose x viabilidade de ovos.

Observou para o óleo de alho que sua formulação apresentou resultados significativos a partir da primeira dosagem utilizada (0,1%), com eclosão de apenas 44,51%, mostrando-se eficiente em todas as concentrações, enquanto o óleo puro foi eficiente apenas nas concentrações 0,4% e 0,6% com viabilidade de apenas 24,85% e 10,01%, respectivamente (Tabela 7).

Para o d-limoneno, o óleo puro não apresentou potencial ovicida efetivo, no entanto, o formulado à base deste composto obteve bom desempenho nas concentrações 0,4% e 0,6% atingindo taxa de eclosão de apenas 7,71% e 6,36% respectivamente.

Para a graviola, o formulado nas concentrações de 0,1 e 0,2%, apresentou eficácia significativa quando comparado com o óleo puro. Já nas concentrações de 0,4 e 0,6%, tanto o óleo quanto o formulado interferiram na taxa de viabilidade, sendo que para o óleo foi de 24,85 e 10,01% respectivamente, e para o formulado de 4,09% e 0,26%, respectivamente.

Tabela 7: Comparativo da viabilidade de ovos (%) de *Tetranychus urticae* após tratamento com óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola e suas respectivas formulações.

Tratamentos		Concentrações			
		0,1%	0,2%	0,4%	0,6%
Alho	Óleo	83,51 ± 0,09 Aa	85,53 ± 0,04 Aa	24,85 ± 0,02 Ab	10,01 ± 0,03 Ab
	Form.	44,51 ± 0,09 Ba	20,74 ± 0,06 Bb	4,09 ± 0,02 Bc	0,26 ± 0,002 Bc
D-limoneno	Óleo	96,69 ± 0,08 Aa	95,16 ± 0,12 Aa	93,99 ± 0,01 Aa	95,54 ± 0,01 Aa
	Form.	96,00 ± 0,01 Aa	52,55 ± 0,06 Bb	7,71 ± 0,01 Bc	6,36 ± 0,08 Bc
Graviola	Óleo	87,37 ± 0,03 Aa	63,60 ± 0,08 Ab	24,64 ± 0,08 Ac	17,84 ± 0,06 Ac
	Form.	66,53 ± 0,08 Ba	34,83 ± 0,07 Bb	17,74 ± 0,03 Ac	14,18 ± 0,08 Ac

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, entre cada óleo e sua formulação, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

6. DISCUSSÃO

6.1 Toxicidade dos óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre adultos de *Tetranychus urticae*

Os óleos de alho e graviola se mostraram promissores para o manejo de ácaro rajado, mesmo quando utilizados em menores concentrações, e já são reconhecidos seu potencial letal sobre insetos e ácaros praga.

Mediante aos resultados encontrados neste trabalho, ao se tratar da utilização do óleo vegetal de alho, observa-se elevado potencial acaricida, possivelmente relacionada presença de alicina e lectinas. A alicina confere o odor característico da planta e é conhecida por atuar como estratégia defensiva do vegetal contra ataques de herbívoros e apresenta atividade degenerativa enzimática (DOUGOUD et al., 2019). Sua ação pode se dar por meio do contato

direto, entre as gotículas e o organismo, como foi realizado no trabalho, através da aplicação diretamente sobre os indivíduos, bem como através de efeito fumigante, onde os metabólitos são absorvidos pelas vias respiratórias, causando a morte do inseto/ácaro (CORRÊA & SALGADO, 2011). As lectinas, por sua vez, são moléculas capazes de interferir diretamente em fatores fisiológicos e bioquímicos da praga alvo (IBRAHIM, 2020).

A respeito do óleo de graviola, também foram observados resultados promissores, podendo estar associado o alto índice de mortalidade de indivíduos adultos de *T. urticae* à presença de alguns grupos químicos como as acetogeninas, substâncias que já apresentam características inseticidas comprovadas (FROIS & LEIRIA, 2019). A acetogenina trata-se de um metabólito produzido por espécies da família Annonaceae, a qual pertence a graviola, este composto está relacionado à redução de atividades nutricionais, além de apresentar toxicidade e ação sobre o sistema nervoso de insetos, reduzindo a capacidade motora e ocasionando a morte de indivíduos (RIBEIRO et al., 2013).

A mortalidade de indivíduos de *T. urticae* não ocorreu de forma gradual, ocorrendo variações nas taxas de mortalidade com o aumento das dosagens, estes resultados podem estar associados à capacidade de metabolização dos compostos presentes nos óleos em determinadas concentrações, conferindo aos organismos capacidade de desintoxicação (KHAN et al., 2020).

Os óleos de alho e graviola ainda apresentam uma característica em comum, que podem estar associados aos resultados encontrados, trata-se da viscosidade destes compostos. Desta forma, um dos fatores que pode ter ocasionado a elevada taxa de mortalidade de *T. urticae* utilizando-se estas substâncias, pode ter sido a ação dos óleos ao aderirem os indivíduos ao substrato, impedindo que estes se locomovessem ou se alimentassem, causando a morte por inanição, e também devido ao contato com o sistema respiratório dos ácaros, causando obstrução dos espiráculos, levando a morte dos indivíduos por asfixia, como observado também por Machado et al. (2020) ao utilizar óleo de graviola sobre *Planococcus citris* Risso, 1813 (Hemiptera: *Pseudococcidae*).

Ainda sobre os óleos de alho e graviola, foi observada baixa atividade de alimentação, quando comparado a testemunha, podendo desta forma a morte dos ácaros ter sido ocasionada também por efeito subletal. Percebeu-se também que houve redução da taxa de oviposição de *T. urticae* em folhas tratadas com os óleos em relação à testemunha, mostrando que estes óleos podem possivelmente causar desregulação hormonal nos indivíduos e reduzir a fecundidade, sendo um fator promissor para o manejo da praga ao causar interferência em seu ciclo reprodutivo. Resultados semelhantes foram observados por Apolinário (2021), ao utilizar óleos essenciais provenientes de espécies da Família Lauraceae sobre *Dysdercus peruvianus* (GUÉRIN-MÉNEVILLE, 1831) (HETEROPTERA: Pyrrhocoridae) e *Oncopeltus fasciatus* (DALLAS, 1852) (HETEROPTERA: Lygaeidae), corroborando com o que foi encontrado no presente estudo.

O composto isolado d-limoneno trata-se de um monoterpene. Ao entrar em contato com o organismo de artrópodes atua como um inibidor da enzima acetilcolinesterase, afetando o sistema nervoso, o que promove a morte de insetos-praga, sendo reconhecido como substância potencial no desenvolvimento de pesticidas (UMAGILYAGE et al., 2017). Entretanto, no presente trabalho não apresentou resultados letais satisfatórios sobre o ácaro-rajado nas dosagens utilizadas.

A baixa efetividade ao utilizar o d-limoneno pode ter sido ocasionada pela composição mais simples, ao se tratar de uma substância com maior índice de pureza e pela ausência de interações químicas e efeito sinérgico entre o composto majoritário e os compostos minoritários que compõem os óleos de citrus (MARTINS et al., 2017). Desta forma, para alcançar resultados consideráveis para mortalidade de *T. urticae*, possivelmente deveriam ter sido utilizadas dosagens mais elevadas.

Vale ressaltar que mediante observação pessoal, nas concentrações 0,8% e 1,0% foi observado em todos os tratamentos, principalmente para graviola e d-limoneno, aparecimento de manchas e enrugamento de folhas, caracterizando efeito fito tóxico, o que não é interessante no manejo de pragas, pois pode afetar os processos fisiológicos das plantas.

Como relatado por Isman (2000), deve-se atentar ao fazer a utilização de extratos fitoquímicos e seus constituintes, pois os que apresentam grande eficácia podem ser mais fito tóxicos. Este efeito pode retardar o desenvolvimento da planta, causar redução da produtividade e até mesmo levar a morte do tecido ou da planta. Estes efeitos estão relacionados aos constituintes dos extratos, bem como a forma de aplicação e a dose utilizada.

6.2 Toxicidade das formulações à base de óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre adultos de *Tetranychus urticae*

Após o preparo das formulações e ao decorrer de 24 horas antes da realização dos tratamentos, foi observado que as emulsões de alho, graviola e d-limoneno se mantiveram estáveis, homogêneas e não ocorreu formação de grumos. Todas as emulsões apresentaram determinada viscosidade, coloração branca, e de fácil diluição em água, sendo a formulação com d-limoneno um pouco mais líquida. Estas características são promissoras e vantajosas, pois facilitam a penetração e fixação dos óleos às folhas, potencializando seus efeitos e auxiliando que a liberação seja lenta e gradual (MARTINS et al., 2014).

A seleção do material a ser utilizado para o encapsulamento de bioativos é de suma importância, pois este influenciará diretamente na estabilidade e adequação das cápsulas e também na eficiência do agente encapsulado. É interessante para o desenvolvimento das emulsões que o material de parede apresente alta solubilidade, além de propriedades emulsificantes, baixa viscosidade, capacidade de formação de um filme de proteção e rápida secagem, facilitando a aplicação do produto e sua aderência ao substrato (COSTA et al., 2015).

Para o desenvolvimento do presente estudo, os principais agentes utilizados para estabilizar a formulação e como meio de encapsular os agentes bioativos, foram a malto dextrina e goma de guar. A malto dextrina trata-se de um agente hidrolisado que é comumente utilizado para encapsulamento de produtos alimentícios, apresentando baixa viscosidade, alto potencial antioxidante e de baixo custo. Entretanto, apresenta algumas limitações como a baixa capacidade de emulsificação, se fazendo necessária a utilização de

agentes que apresentem essa finalidade, como proteínas, amidos modificados ou gomas (BOGER et al., 2018).

Para todos os tratamentos realizados com os formulados foi observado um aumento potencial para mortalidade de *T. urticae* quando comparados a utilização dos óleos apenas diluídos. Mesmo nas menores concentrações, todas as formulações se mostraram efetivas, com índice de mortalidade promissor. Estes resultados podem estar relacionados ao efeito sinérgico entre os compostos bioativos e os agentes adjuvantes utilizados para o preparo das formulações (GORRI et al., 2009).

Neste contexto, outro fator ao que pode estar atribuído o aumento da taxa de mortalidade ao fazer utilização dos formulados, mesmo que em menores dosagens, é que o sistema de encapsulamento tem como principal característica proteger as moléculas ativas de deterioração, prolongando sua durabilidade, o que não ocorre ao utilizar o óleo puro, que em menores concentrações pode ter volatilizado rapidamente e perdido suas características que causam mortalidade de pragas (GONÇALVES, 2021). Desta forma pode-se observar que o sistema de encapsulamento é promissor para o manejo de pragas, visto que em dosagens menores apresentou alta eficiência para mortalidade de *T. urticae*.

Outro fator importante que pode estar diretamente relacionado às taxas de mortalidade mais elevadas, trata-se da viscosidade dos formulados, levando a aderência dos ácaros ao substrato, bem como o fechamento dos espiráculos, causando asfixia, como observado ao utilizar os óleos puros (APOLINÁRIO, 2021).

Na literatura existem estudos sobre as características dos óleos antes e após o processo de microencapsulação. Leimann et al. (2009) constataram que a atividade microbiana do óleo essencial de limão ao ser encapsulado foi igual em comparação ao óleo puro, o que indica que foram mantidas as propriedades do óleo após a encapsulação. Fernandes et al. (2008) ao avaliar o sistema de encapsulamento do óleo essencial de *Lippia sidoides*, observaram que a utilização de diferentes materiais como superfície de parede não apresentou influência sobre a atividade antimicrobiana do agente ativo.

6.3 Efeito dos óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre a viabilidade de ovos de *Tetranychus urticae*

A ação de óleos vegetais sobre os ovos de artrópodes praga são pouco conhecidos, devido ao baixo efeito destes durante essa fase de desenvolvimento. Este fato está ligado à presença de uma camada serosa ou lipídica na região interna do córion, capaz de atuar na retenção de substâncias tóxicas e nocivas ao embrião. Entretanto, o efeito sobre os ovos pode variar a depender do organismo alvo, bem como as características das substâncias utilizadas e suas concentrações (TORRES et al., 2006).

Apesar de ainda não ser conhecido os efeitos que óleos vegetais podem causar nos ovos, e sua forma de atuação sobre os embriões de insetos e ácaros, no presente trabalho foi observado que os óleos de alho e graviola apresentaram efeitos sobre o desenvolvimento e impediram a eclosão de ninfas de *Tetranychus urticae*. Foi observado que, os ovos que não eclodiram apresentavam um aspecto de desidratação, em alguns houve extravasamento do exsudato interno, mudança de coloração, onde estes encontravam-se amarelos ou marrons, enquanto ovos susceptíveis são brancos ou perolados. Corroborando com o que foi observado na pesquisa, Canazart et al. (2021), encontraram resultados semelhantes ao tratar ovos de *Diatraea saccharalis* com óleo de alho, avaliando baixa taxa de eclosão e interrupção do desenvolvimento dos embriões.

Para o óleo de alho as maiores concentrações apresentaram baixa taxa de eclosão, estando esses resultados provavelmente ligados a presença de alicina e lectinas, que podem apresentar efeito tóxico aos embriões retardando ou inibindo seu desenvolvimento e ao potencial do óleo de alho em inibir parcialmente enzimas que se encontram associadas ao sistema imunológico dos insetos, como EST-9, 10 e 11 (CANAZART et al., 2021).

Para o extrato de graviola, nas concentrações 0,4% e 0,6%, foi observado baixa taxa de eclosão em ambos, provavelmente tal resultado está associado a elevada capacidade tóxica das acetogeninas. Maciel et al. (2014), relataram resultados promissores ao utilizar extrato etanólico de graviola em baixas concentrações, 0,1 – 1,0%, sobre ovos de *Tetranychus urticae*, obtendo taxas de eclosão abaixo de 10%, além de constatarem persistência do extrato até 120 h após a aplicação, validando os dados encontrados.

Para o composto d-limoneno, a eclosão de ninfas não foi afetada de forma considerável, atingindo em todos os tratamentos o percentual de eclosão acima de 90%. Assim como no bioensaio para avaliação para atestar toxicidade sobre adultos de *T. urticae*, a baixa efetividade do composto isolado, pode se dar pela ausência de compostos minoritários que apresentem sinergismo com o composto majoritário, o que torna o óleo mais tóxico e também devido a rápida degradação do composto em contato com o ambiente, podendo perder rapidamente sua toxicidade (BORN, 2012).

É de suma relevância avaliar as propriedades e potencial ovicida de acaricidas, uma vez que o ciclo de vida dos ácaros é curto e as taxas de fecundidade são elevadas. Ao comprovar tal característica é possível controlar o estágio inicial e desenvolvimento da praga, ao inviabilizar ou reduzir a eclosão de ninfas, interrompendo seu ciclo, reduzindo o aparecimento de injúrias no tecido vegetal e impedindo novas infestações (ESTEVES FILHO; OLIVEIRA; GODIM JÚNIOR, 2008).

6.4 Efeito das formulações à base de óleos vegetais de alho, d-limoneno e graviola sobre a viabilidade de ovos de *Tetranychus urticae*

Da mesma forma que as formulações se mostram mais eficientes sobre a mortalidade de adultos, para a fase de desenvolvimento embrionária as emulsões também se mostraram mais efetivas. Foi observado redução considerável da taxa de eclosão conforme o aumento das dosagens. Para os formulados à base de alho, d-limoneno e graviola, todos eles apresentam elevado potencial ovicida. Os ovos apresentaram deformação em sua estrutura, da mesma forma que ao utilizar os óleos puros. Assim como os efeitos das formulações utilizadas para testes de mortalidade, nos bioensaios para avaliação do efeito ovicida, pode-se constatar que houve efeito sinérgico entre os óleos e os demais adjuvantes inseridos no preparo das emulsões, mostrando que a interação entre as substâncias utilizadas aumenta a eficiência dos óleos de interesse (SILVA et al., 2015).

Desta forma, ao comparar os óleos apenas diluídos e suas respectivas formulações sobre os ovos, fase esta, uma das mais importantes para a realização de ações de controle populacional, visto que os ovos são incapazes

de se dispersar, conclui-se que os agentes utilizados para a estabilização das emulsões, são promissores e efetivos durante este estágio de desenvolvimento, comprovando que o preparo de formulações à base dos óleos testados são um potencial para controlar futuras infestações. Efeitos semelhantes foram observados por Santos et al. (2018) ao utilizar emulsões sobre ovos de joaninhas os autores observaram redução da viabilidade dos ovos e corroboram com os presentes resultados.

Os óleos vegetais são uma estratégia promissora para se implementar ao MIP, no entanto, se faz necessário avaliações de seletividade e conhecer o modo de ação destes (DAS, 2014). As formulações emulsionáveis à base dos óleos testados também são uma possível alternativa para se implementar no controle de pragas, visto sua rentabilidade e eficiência observada para adultos e ovos de *T. urticae*.

Bem como o interesse em estabilizar as emulsões e controlar a liberação dos compostos bioativos gradualmente para efeito letal de adultos, estas características são interessantes ao se tratar de ovos, visto que os efeitos perduram desde a postura até o período de eclosão e devido a lenta liberação interfere e repele a atividade de ninfas, podendo levá-las a morte por inanição, tornando viável o controle do crescimento populacional da praga desde o estágio inicial de seu desenvolvimento.

7. CONCLUSÃO

Os óleos de alho e graviola apresentaram ação letal sobre indivíduos adultos de ácaro rajado.

O composto d-limoneno não foi consideravelmente efetivo na mortalidade de adultos de *T. urticae*.

Todas as formulações potencializaram os efeitos de mortalidade para adultos de *T. urticae*, para todos os óleos testados.

Para efeito ovicida, alho e graviola se mostraram efetivos sendo um potencial ovicida em doses mais elevadas.

Os formulados apresentaram maior efetividade sobre a viabilidade dos ovos, quando comparados aos óleos puros, para todos os óleos utilizados.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. C. S. **Encapsulamento de compostos orgânicos voláteis em matrizes biopoliméricas para o controle de insetos pragas**. 2017.

AGUIAR-MENEZES, E. de L.; AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F.; MENEZES, E. B. **Ácaros: Taxonomia, bioecologia e sua importância agrícola**. **Embrapa**, Seropédica – Rio de Janeiro, v. 240, p. 1-24, 2007.

APOLINÁRIO, R. V. da C. **EFEITOS DE ÓLEOS ESSENCIAIS E NANOEMULSÕES EM INSETOS PRAGAS**. 2021. 111 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências e Biotecnologia, Departamento de Biologia Geral do Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021. Cap. 1.

ATTIA, S.; GRISSA, K. L.; LOGNAY, G.; BITUME, E.; HANCE, T.; MAILLEUX, A. C. A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: tetranychidae) with special reference to natural pesticides. **Journal Of Pest Science**, [S.L.], v. 86, n. 3, p. 361-386, 5 maio 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10340-013-0503-0>.

AVELINO, L. D., PORTELA, G. L. F., GIRÃO FILHO, J. E., & MELO JUNIOR, L. C. (2019). Repelência de óleos essenciais e vegetais sobre pulgão-preto *Aphis craccivora* Koch na cultura do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 14(1), 21-26.

BENATO, E. A.; BELLETE, T. C.; TERAPO, D.; FRANCO, D. A. S. **Óleos essenciais e tratamento térmico no controle pós-colheita de bolor verde em laranja**. *Summa Phltopathology, Botucatu*, v. 44, n.1, p. 65-71, 2018.

BERNARDI, D.; BOTTON, M.; NAVA, D.E.; ZAWADNEAK, M.A.C. Guia para identificação e monitoramento de pragas e seus inimigos naturais em morangueiro. **EMBRAPA**, 2015.

BERNKLAU, E. J.; HIBBARD, B. E.; BJOSTAD, L. B. Toxic and behavioural effects of free fatty acids on western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae. **Journal of Applied Entomology**, Göttingen, v. 140, p. 725 - 735, 2016.

BORN, F. de S. **Atividade de óleos essenciais de plantas das famílias Burseraceae, Lamiaceae, Rutaceae e Verbenaceae em *Tetranychus urticae* Koch e *Neoseiulus californicus* (McGregor)**. 2012. 101 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BUGEME, D. M., KNAPP, M., BOGA, H. I., WANJOYA, A. K. & MANIANIA, N. K. 2009. Influence of temperature on virulence of fungal isolates of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to the TwoSpotted Spider Mite *Tetranychus urticae*. **Mycopathologia**, 167: 221-227.

CANAZART, D. A. et al. Insecticidal effect of garlic essential oil on *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) eggs. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 7, p. 434-447, 2021.

CASUSO, N.; SMITH, H. A.; LOPEZ, L. La Araña roja, *Tetranychus urticae*: Ciclo de vida: ENY-2048/IN1287 08/2020. **EDIS**, [S. l.], v. 2020, n. 4, p. 2, 2020. DOI: 10.32473/edis-in1287-2020.

CAVALCANTI, R. S., REIS, P. R., MOINO JUNIOR, A., ALTOÉ, B. F., FRANCO, R. A. & CARVALHO, T. M. B. 2008. Patogenicidade de fungos entomopatogênicos a três espécies de ácaros em cafeeiro. **Coffee Science**, 3: 68-75.

CEDOLA, C. V.; SANCHEZ, N. E. Effect of tomato pubescence on development, survival and fecundity of *Tetranychus urticae* Koch and *Neoseiulus californicus* (McGregor) [Acari: Tetranychidae: Phytoseiidae]. **Acarologia**, v. 43, n. 3, p. 255-260, 2003.

CLOYD, R. Natural indeed: Are natural insecticide safer and better then conventional insecticide? **Illinois Pesticide Review**, 17: 1-3, 2004.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu, v. 13, n. 4, p. 500-506. 2011.

CRUZ, C. A. D. B., & SILVA, P. H. G. D. (2019, October). **CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS: análise de perspectivas conceituais**. In *10ª JICE- Jornada De Iniciação Científica e Extensão*.

CRUZ, E. F. da; ANJOS, T. A. N. dos; SAFADI, T.; MARTINS, S. G. F. Análise da série temporal obtida por simulação da população do ácaro rajado na temperatura de 25°C. **Revista da Estatística UFOP**, Ouro Preto, v. 3, n. 2, p. 22-28, 2014.

CRUZ, I. **Controle Biológico em Manejo Integrado de Pragas**. p. 543-579. Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e predadores. Manole, São Paulo. 635 p, 2002.

DALZOTO, P. R.; UHRY, K. F. Controle biológico de pragas no Brasil por meio de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Biológico, São Paulo**, v. 71, n. 1, p. 37-41, 2009.

DAS, S.K. **Recent Development and Future of Botanical Pesticides in India**. Popular Kheti, v.2. Available online at www.popularkheti.inf. 2014.

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

DOUGOUD, J., TOEPFER, S., BATEMAN, M., JENNER, W. H. (2019) Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, 39(4):1-37. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0583-1>.

DOUGOUD, J., TOEPFER, S., BATEMAN, M., JENNER, W. H. (2019) Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, 39(4):1-37. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0583-1>.

ESPINOSA, D. J. L. **Microformulações do óleo essencial de citronela para o manejo de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae)**. 2021. 68 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo – Al, 2021. Cap. 1.

ESTEVEZ FILHO, A.B.; OLIVEIRA, J.V.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Toxicidade de acaricidas sobre diferentes estágios de vida de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em mamoeiro. **BioAssay**, v. 3, n. 6, p. 1-6, 2008).

FASHING, Norman J. et al. *Bryobia abyssiniae* (Prostigmata: Tetranychidae), a new species from the highlands of Ethiopia. **International Journal of Acarology**, v. 42, n. 7, p. 366-376, 2016.

FERNANDES, V. R. P. S. **Eficácia do *Neoseiulus californicus* e do *Amblyseius andersoni* no controle de *Tetranychus urticae* em *Ceanothus thrysiflorus* var. *repens***. Universidade do Porto. Portugal 2021.

FREITAS, G. S.; SENA FILHO, J. G.; SARAIVA, W. V. A.; VIEIRA, I. G.; OLIVEIRA, E. E.; TEODORO, A. V. Acaricidal activity of palm oil on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and a nontarget predator. **Journal of Entomological Science**, Griffin, v. 54, p. 60 - 68, 2019.

FREITAS, J. A. de. **Controle biológico de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em morangueiro no sul de Minas Gerais**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FROIS, H. F. Dal'Col; LEIRIA, L. B. *Annona muricata* (graviola) e sua ação antitumoral. **SEPE-Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS**, v. 9, n. 1, 2019.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, C.; BAPTISTA, G.C.D.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. v.2, 920p.

GONÇALVES, R. B. et al. Encapsulamento de inseticidas como oportunidade emergente na agricultura. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 26, n. 2, 2021.

GORRI, J. E. R. et al. EXTRATOS E ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS: UMA VISÃO SOBRE SUA AÇÃO NOS INSETOS. **A Química na Produção Vegetal**, p. 113.

GRAVENA, S. **Manejo Ecológico da Broca-do-Café com inseticidas biológicos**. In: DIA DO MANEJO DE PRAGAS DO CAFÉ. 1., 2006

GRBIĆ, M., VAN LEEUWEN, T., CLARK, R. et al. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. **Nature** 479, 487–492 (2011).

GUIMARÃES J. A., FILHO, M. M., GRACIANO, F. A. M., JUNQUEIRA, A. M. R., LIZ, R. S. Ácaros predadores no manejo do ácaro rajado em morangueiro no Distrito Federal. Brasília: **Embrapa**, 2010. (Comunicado Técnico, 76).

IBRAHIM, S. S. (2020) Essential oil nanoformulations as a novel method for insect pest control in horticulture. In: BAIMEY, H. K., HAMAMOUCHE, N., KOLOMBIA, Y. A. (eds.). Horticultural Crops. IntechOpen, pp. 1-14. <https://doi.org/10.5772/intechopen.80747>

ISMAN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v.19, p.603-8, 2000.

KARLEC, F.; DUARTE, A. da F.; OLIVEIRA, A. C. B. de; CUNHA, U. S. da. Development of *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: tetranychidae) in different strawberry cultivars. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.L.], v. 39, n. 1, p. 1-8, 2017. FapUNIFESP (SciELO).

KHAN S., UDDIN M.N., RIZWAN M., KHAN W., FAROOQ M., SHAH A. S., SUBHAN F., AZIZ F, RAHMAN K. U., KHAN A., ALI S., MUHAMMAD. Mechanism of insecticide resistance in insects/pests. **Pol J Environ Stud**. 2020; 29(3):2023-2030

KOLLER, M.; SCHAUSBERGER, P. Direct and indirect adverse effects of tomato on the predatory mite *Neoseiulus californicus* feeding on the spider mite *Tetranychus evansi*. **Entomol Exp Appl** 125: 297-305.

LAZZARINI, G. M. J. **Efeito da umidade sobre a germinação in vitro de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* e atividade contra *Triatoma infestans***. 2005. 46p. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) - Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

LEIMANN, F. V; SIQUEIRA, N. de; NUNES, A. G.; MACHADO, R. A. F.; BOLZAA, A. **Microencapsulação de óleo essencial de capim limão utilizando o processo de coacervação simples**. 2008.

LIMA, C. G.; VILELA, A. F. G.; SILVA, A. A. S.; PIANNOVSKI, A. R.; SILVA, K. K.; CARVALHO, V. F. M.; MUSIS, C. R.; MACHADO, S. R. P.; FERRARI, M. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de emulsões O/A contendo óleo de babaçu (*Orbignya oleifera*). **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, 89, 239-245, 2008.

LIMA, K. F.; OLIVEIRA RODRIGUES, L. A.; MENINI, L.; PIROVANI, V. D. Efeito acaricida do óleo essencial de *Piper aduncum* em *Tetranychus urticae*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020 (2020).

MACENA, A. B. de. **Manejo do ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch) em cultivos de gérbera: controle biológico com ácaros predadores (Phytoseiidae), influência de cultivares e agroquímicos**. 2018. 88 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Instituto Biológico, São Paulo, 2018.

MACHADO, L. C., DOS SANTOS JUNIOR, H. J. G., CELESTINO, F. N., MAURI, L. V. R., & KAISER, I. S. Toxicidade de óleos minerais e vegetais no manejo de *Planococcus citri*. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 17, n. 1, p. 63-72, 2020.

MACIEL, A. da G. S. et al. **Controle alternativo de *Tetranychus urticae* com extratos de sementes de graviola, *Annona muricata* L. e com ácaro predador *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955)(Acari: Phytoseiidae)**. 2014.

MARANGONI, C.; MOURA, N. F. de; GARCIA, F. R. M. Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 6, n. 2, p. 95-112, 2012.

MARÇAL, J. F. **Toxicidade diferencial e resistência do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* e do predador *Neoseiulus californicus* aos acaricidas ciflumetofem e diafentiurom**. 2020. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema., Instituto Biológico, São Paulo, 2020.

MARTINS, G. D. S. O.; ZAGO, H. B.; COSTA, A. V.; DE ARAUJO JUNIOR, L. M.; DE CARVALHO, J. R. Caracterização química e toxicidade de óleos essenciais cítricos sobre *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae). **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 811-817, 2017.

MARTINS, I. M. et al. 2014. Microencapsulation of essential oils with biodegradable polymeric carriers for cosmetic applications. **Chemical Engineering Journal**, v. 245, p. 191- 200.

McMURTRY, J.A.; SOURASSOU, N.F.; DEMITE, P.R., 2015. The Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents. **Prospects for biological**

control of plant feeding mites and other harmful organisms. New York: Springer, pp. 133-149.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; REIS, R. P. Custo de produção de *Orius insidiosus* como agente de controle biológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40: 441- 446, 2005.

MOREIRA, M. D., PICANÇO, M. C., SILVA, E. D., MORENO, S. C., MARTINS, J. C., VENZON, M., ... & PALLINI, A. (2006). Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM, 89-120.

MORO, L. B.; POLANCZYK, R. A.; CARVALHO, J. R. de; PRATISSOLI, D.; FRANCO, C. R. Parâmetros biológicos e tabela de vida de *Tetranychus urticae* (Acari: tetranychidae) em cultivares de mamão. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 42, n. 3, p. 487-493, mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO).

NEGRINI, M. **Dinâmica populacional e manejo de pragas nas culturas de arroz, milho e soja no cerrado de Roraima**. Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade, Tese de Doutorado, 2019.

NICASTRO, R. L. **Resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a acaricidas e uso de ácaros predadores (Phytoseidae) para o manejo do ácaro praga em diversas culturas**. 2014. 84 p. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente – Centri de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

NICASTRO, R. L.; SATO, M. E.; SILVA, M. Z. da. Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 50, p. 231-241, 2010.

NOGUEIRA, G.C.; YOCIO J. M.; OLIVEIRA, M. da C. S. de. "**Controle e manejo da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*) no Brasil**." (2022).

OLIVEIRA, D. H. R. de. **Patogenicidade e virulência de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* a *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Trabalho de Conclusão de Curso II. 2017.

OLIVEIRA, J. E. de M.; MONTEIRO, V. B.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; SIQUEIRA, H. Á. A. de. Manejo da resistência do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch) em videira no Submédio do Vale do São Francisco. **Comunicado Técnico**, Petrolina-PE, v. 169, n. -, p. 1-5, 2016.

PELLIN, M. L. **Efeito de bioinseticidas à base de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* sobre *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Trabalho de Conclusão de Curso, 2017.

POLETTI, M.; VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.J; PALLINI, A. 2010. Ácaros predadores no controle de pragas. In: (Eds). Controle alternativo de pragas e doenças. Viçosa: **Epamig**, p.213-232.

PONTES, W. J. T., OLIVEIRA, J. C. S. D., CÂMARA, C. A. G. D., GONDIM JÚNIOR, M. G. C., OLIVEIRA, J. V. D., & SCHWARTZ, M. O. E. (2007). Atividade acaricida dos óleos essenciais de folhas e frutos de *Xylopiá sericea* sobre o ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch). **Química Nova**, 30, 838-841.

PROMIP. **ÁCAROS PREDADORES NO CONTROLE DE PRAGAS**. 2015.

QUEIROZ, M. C. V. **Caracterização molecular da resistência de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) a piretroides, liberação em campo e monitoramento dos predadores com marcadores moleculares**. 2020. Tese (Doutorado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Programa de Pós-Graduação, Instituto Biológico, São Paulo, 2020.

REINECCIUS, G. A.; YAN, C. Factors controlling the deterioration of spray dried flavourings and unsaturated lipids. **Flavour and Fragrance Journal**, [s.l.], v. 31, n. 1, p. 5-21, 2015.

RHODES, E.; LIBURD, O. E. (2015). *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Arachnida: Acari: Phytoseiidae). Vol. 09.11.2020, **Featured Creatures**.

RIBEIRO, L. P., VENDRAMIM, J. D., BICALHO, K. U., ANDRADE, M. S., FERNANDES, J. B., MORAL, R. A., DEMÉTRIO, C. G. B. *Annona mucosa* Jacq. (Annonaceae): a promising source of bioactive compounds against *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, 55, 6-14, 2013.

RUIZ-JIMENEZ, K. Z. **Extractos vegetales para el control del ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* Hirst**. 2021. 82 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León., General Escobedo, N.L., 2021.

SAMPAIO, R.M. et al. Adoção do manejo integrado de pragas (MIP): um estudo censitário das safras paulistas 2007/2008 e 2016/2017. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 18, n. 50, p.279-297, jan./mar., 2022.

SANTOS, L.; TRINDADE, R.C.P.; SANTOS, D.S.; DIAS, M.S.; BROGLIO, S. M.F.; LEMOS, E.E.P. Effect of anonaceous extracts on *Aphis gossypii* (Glover, 1887) (Hemiptera: Aphididae) and selectivity to *Eriopsis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera:Coccinellidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 40, e36267, 2018.

SANTOS, M. D. dos; DUARTE, M. E.; VALENTE, E. C. N.; BARBOSA, T. J. A.; SILVA, E. S. (2016). Eficiência de isolados comerciais de *Beauveria bassiana* (Bals.) *Vuillemin* e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) *Sorok* (Hypocreales: Cordycipitaceae, Clavicipitaceae) sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Revista Brasileira de Biociências**, 14(2).

SATO, M. E. Ácaros predadores. IN Batista Filho, A (Coord.). Controle biológico de insetos e ácaros. São Paulo: **Instituto Biológico**, 2006. P. 77-85. (Instituto Biológico. Boletim Técnico, 15).

SATO, M.E.; SILVA, M.Z. da; SILVA, R.B. da; SOUZA FILHO, M.F. de; RAGA, A. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, [S.L.], v. 76, n. 2, p. 217-223, jun. 2009. FapUNIFESP (SciELO).

SCHAPOVALOFF, M. E.; ALVES, L.F.A.; FANTI, A.L.; ALZOGARAY, R.A.; LÓPEZ LASTRA, C.C.; ODE, P. Susceptibility of adults of the cerambycid beetle *Hedypathes betulinus* to the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Purpureocillium lilacinum*. **Journal of insect science**, v. 14, n. 1, 2014.

SILLO, L. D. T. **Variaciones morfológicas de *Tetranychus urticae* Koch (acari: Tetranychidae) originadas por *Solanum muricatum* y *Passiflora tripartita***. 2020. 80 f. Tese (Doutorado) - Curso de Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cevallos - Ecuador, 2020.

SILVA, C. P., RICCI, T. G. da, de ARRUDA, A. L., PAGLIOSA, F. M., & MACEDO, M. L. R. (2017). Extratos vegetais de espécies de plantas do Cerrado Sul-Matogrossense com potencial de bioherbicida e bioinseticida. **Uniciências**, 21(1), 25-34.

SILVA, J. D. F. da; SILVA, Y. P. da; PIATNICKI, C. M. S.; BÖCKEL, W. J.; MENDONÇA, C. R. B. MICROEMULSIONS: components, characteristics,

potentialities in food chemistry and other applications. **Química Nova**, [S.L.], v. 39, n. 9, p. 1196-1206, 2015. GN1 Sistemas e Publicacoes Ltd. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20150135>.

SILVEIRA, L. F. V.; PRATISSOLI, D.; SANTOS, P. C. dos; CARVALHO, A. J. C. de; FREITAS, M. S. M.; MASSINI, L. S. Mortalidade e oviposição do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch em folhas de mamoeiro submetidas à adubação foliar com silicato de potássio. In: I CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA, 1., 2017, Lisboa. **Sessão Fruticultura Temperada e Tropical**. Lisboa: Aph, 2017. p. 73-79.

SIMS, S. R.; BALUSU, R. R.; NGUMBI, E. N.; APPEL, A. G. Topical and vapor toxicity of saturated fatty acids to the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). **Journal of Economic Entomology**, Davis, v. 107, p. 758 - 763, 2014.

SOUZA-PIMENTEL, G. C. de. **Biologia de *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1904) Acari: Phytoseiidae), controle biológico do ácaro-rajado em roseiras e seletividade de produtos fitossanitários e fitoseídeos**. 2014. 101 f. Tese (Doutorado) - Curso de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras -Mg, 2014.

TEODORO, A. V.; SILVA, M. J. S.; SENA FILHO, J. G.; OLIVEIRA, E. E.; GALVÃO, A. S.; SILVA, S. S. Bioactivity of cottonseed oil against the coconut mite *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and side effects on *Typhlodromus ornatulus* (Acari: Phytoseiidae). **Systematic and Applied Acarology**, Auckland, v. 22, p. 1037-1047, 2017.

TORRES, A.; J ÚNIOR, A.L.B.; MEDEIROS, C.A.M.; B ARROS, R. **Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella***. *Bragantia*, v.65, n.3, p.447-457, 2006.

UMAGILYAGE, A. L.; BECERRA-MORA, N.; KOHLI, P.; FISHER, D. J.; CHOUDHARY, R. Antimicrobial efficacy of liposomes containing d-limonene and its effect on the storage life of blueberries. **Postharvest Biology and Technology**, v. 128, n. 1, p. 130-137, 2017.

VARREGOSO, D. T. D. **Técnicas de manipulação da produção de framboesa cv. Kweli numa exploração em Odemira, ISA**. 2019.

WOLFFENBÜTTEL, A. N. **Base da Química dos Óleos Essenciais e Aromaterapia**. 3. ed.: Editora Laszlo, 2019. 494 p.

ZAMBIAZZI, E. V. et al. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* no controle in vitro da lagarta-da-espiga do milho (*Helicoverpa zea*). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 89-94, 2016.

ZANON, A. B. **Aspecto Teórico e prático sobre a avaliação da estabilidade de emulsão manipuladas em farmácia**. Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2010.

Zhang, Z.-Q. **"Mites of greenhouses: identification, biology and control,"** Cabi. 2003.