

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

ALICE DE FREITAS BRAGA

**POTENCIAL ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Tetradenia riparia*
(*Lamiaceae*) e *Oxandra nitida* (*Annonaceae*) NO CONTROLE DE *Tetranychus*
urticae KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

AEGRE – ES

2019

ALICE DE FREITAS BRAGA

POTENCIAL ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Tetradenia riparia*
(Lamiaceae) e *Oxandra nitida* (Annonaceae) NO CONTROLE DE *Tetranychus urticae*
KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof^o Dr. Hugo Bolsoni Zago

ALEGRE – ES

2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

B813p Braga, Alice, 1992-
Potencial acaricida do óleo essencial de *Tetradenia riparia* (Lamiaceae) e *Oxandra nitida* (Annonaceae) no controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) / Alice Braga. 2019.
75 f. : il.

Orientador: Hugo Zago.

Coorientador: Luciano Menini.

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

1. Ácaro rajado. 2. Fumigação. 3. Voláteis. 4. Repelência. 5. Compostos secundários. I. Zago, Hugo. II. Menini, Luciano. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

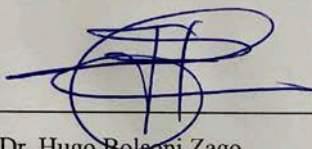
CDU: 63

**POTENCIAL ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Tetradenia riparia*
(Lamiaceae) e *Oxandra nitida* (Annonaceae) NO CONTROLE DE *Tetranychus*
urticae KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

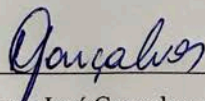
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal na linha de pesquisa em Fitossanidade.

Aprovada em 08 de julho de 2019.

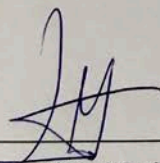
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Hugo Bolsani Zago
Orientador
Centro de Ciências Agrárias e Engenharias – CCAE/UFES



Prof. Dr. Hugo José Gonçalves dos Santos Júnior
Centro de Ciências Agrárias e Engenharias – CCAE/UFES



Prof. Dr. Luciano Menini
Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Alegre



Prof. Dr. Vitor Zuim
Centro de Ciências Agrárias e Engenharias – CCAE/UFES

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por me conceder a dádiva de viver e desfrutar de suas maravilhas, por estar comigo em todos os momentos e nunca desistir de mim.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo (FAPES), pelo auxílio financeiro para as pesquisas.

Aos meus avós, Waldemira; Avelino (“*In memorian*”) e Adhayr (“*In memorian*”) por todo apoio, dedicação e amor nos momentos mais difíceis. A minha mãe Zélia que abdica de seus sonhos para viver os meus, e que me apoia em tudo. Aos meus irmãos Alexandre e Alessandra por acreditarem em mim até quando eu já não acredito mais, obrigada por todo apoio e força, estaremos sempre juntos. Sou extremamente grata a vocês.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago, pela oportunidade, confiança, tempo, paciência e amizade. Ao meu coorientador Prof. Dr. Hugo José Gonçalves dos Santos Junior pelo cafezinho para relaxar, por todo tempo dedicado, conselhos e sugestões. Ao meu coorientador Prof. Dr. Luciano Menini pelas correções, disponibilidade de equipamento e permissão no desenvolvido do projeto juntamente com Instituto Federal do Espírito Santo no Laboratório de Fitoquímica e Catálise. A Izabel por permitir a coleta de um dos materiais vegetais em sua propriedade, além das boas conversas. Aos demais professores e funcionários da Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCA/UFES) que de maneira direta ou indireta contribuíram para minha formação e conclusão desta etapa em minha vida, muito obrigada. Ao Prof. Dr. Claudio Câmara e ao João Paulo pelo apoio e orientação durante o tempo que estive em Recife. A Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, ao Laboratório de Produtos Naturais Bioativos, ao Laboratório de Investigação Química de Inseticidas Naturais e ao Centro de Apoio a Pesquisa (CENAPESQ) pela oportunidade na montagem do experimento e aos amigos de Recife a qual tenho muito apreço. Ao Núcleo de Manejo Desenvolvimento Científico e Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) pela estrutura disponibilizada e oportunidade de estudos.

Aos amigos por compreenderem minha ausência em diversos momentos, minhas amigas de vida Jocelina Vargas, Eloá Bergamini, Fernanda Rodrigues, Melissa Alvarenga e Gabriela Affonso por sempre estarem ao meu lado me apoiando e oferecendo o ombro amigo quando o fardo está pesado demais. Ao grupo do forró pelos encontros e risadas até a barriga doer. A Luziani por me receber como família em Recife, permitir que eu me sentisse em casa e por ajudar me momentos oportunos. Aos “irmãos” por parte de pai Julielson Ataide, Emily Olive, Felipe Holtz, Andressa Huver e Francieli Destefani pelo companheirismo, amizade, ajuda braçal e intelectual. As amigas Mariana Almeida, Lucélia Fragoso, Luiza Akemi e Emily Olive que se fizeram presente em todo momento com um gesto de carinho e palavras de conforto. Aos amigos do “mudando de assunto” que fazem jus ao nome do grupo e nos distraem quando tudo parece desmoronar na nossa cabeça. Aos demais amigos da “Família NUDEMAFINA” e agregados, pela amizade, conversas descontraídas, pelos cafés e reuniões sempre com muitas risadas. A tia D que nos ajuda a manter nosso local de trabalho o mais aconchegante e limpo possível.

A todas as pessoas que colaboraram direta ou indiretamente para que eu vencesse mais essa etapa, **MUITO OBRIGADA!**

“O caminho para cima passa por baixo, seja humilde, e eu o exaltarei.”

Joyce Meyer

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1 <i>Tetranychus urticae</i>	2
2.2 Métodos de controle para o manejo de <i>T. urticae</i>	4
2.3 Família Annonaceae - <i>Oxandra nitida</i> Fries	7
2.4 Família Lamiaceae - <i>Tetradenia riparia</i> (Hochstetter) Codd.....	8
2.5 REFERÊNCIAS	9
3 TOXICIDADE DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE <i>Oxandra nitida</i> Fries (Annonaceae) e <i>Tetradenia riparia</i> (Houchstetter) Codd (Lamiaceae) sobre <i>Tetranychus</i> <i>urticae</i> Koch (ACARI: TETRANYCHIDAE)	22
RESUMO	22
ABSTRACT	23
3.1 INTRODUÇÃO.....	24
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.2.1 Coleta do material vegetal.....	25
3.2.2 Obtenção dos óleos essenciais.....	25
3.2.3 Identificação dos constituintes voláteis por cromatografia gasosa e espectrometria de massas (CG-EM)	26
3.2.4 Identificação dos constituintes voláteis por cromatografia gasosa acoplada a detector de ionização de chamas (CG-FID)	26
3.2.5 Identificação dos componentes	26
3.2.6 Metodologia de criação de <i>Tetranychus urticae</i>	27
3.2.7 Bioensaio de <i>T. urticae</i>	27
3.2.8 Atividade acaricida dos óleos essenciais por fumigação.....	27
3.2.9 Efeito residual dos óleos essenciais sobre <i>T. urticae</i>	28
3.2.10 Bioensaio de fecundidade.....	29
3.2.11 Bioensaio de dupla escolha	29
3.2.12 Análise dos dados.....	30
4 RESULTADOS	30

4.1	Caracterização dos óleos essenciais	30
4.2	Atividade acaricida dos óleos essenciais sobre <i>T. urticae</i>	35
4.2.1	Concentração-resposta dos óleos essenciais por fumigação e contato residual	35
4.2.2	Efeito fumigante dos óleos essenciais sobre a fecundidade de <i>T. urticae</i>	38
4.2.3	Efeito dos óleos essenciais sobre a chance de escolha de <i>T. urticae</i>	38
5.	DISCUSSÃO	40
5.	CONCLUSÃO.....	47
5	REFERÊNCIAS	47
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cromatograma do óleo essencial de folhas de *Tetradenia riparia* obtido no aparelho de GC-MS.

Figura 2. Estrutura química dos principais componentes majoritários do óleo essencial de folhas de *Tetradenia riparia*.

Figura 3. Cromatograma do óleo essencial de folhas de *Oxandra nitida* obtido no aparelho de GC-MS.

Figura 4. Estruturas químicas dos principais componentes majoritários do óleo essencial de folhas de *Oxandra nitida*.

Figura 5. Preferência de *Tetranychus urticae* em folha de feijão de porco exposto ao óleo essencial de *Oxandra nitida* por 48 horas.

Figura 6. Preferência de *Tetranychus urticae* em folha de feijão de porco exposto ao óleo essencial de *Tetradenia riparia* por 48 horas.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química do óleo essencial de folhas de *Tetradenia riparia*.

Tabela 2. Composição química do óleo essencial de folhas de *Oxandra nitida*.

Tabela 3. Estimativa da concentração letal dos óleos essenciais de folha das espécies vegetais *Oxandra nitida* e *Tetradenia riparia* sobre fêmeas adultas de *Tetranychus urticae*. Temp.: 25 ± 1 °C, UR 65 ± 5 % e 12 h de fotofase.

Tabela 4. Estimativa da concentração letal através da ação residual de óleos essenciais das espécies vegetais *Oxandra nitida* e *Tetradenia riparia* sobre fêmeas adultas de *Tetranychus urticae*. Temp.: 25 ± 1 °C, UR 65 ± 5 % e 12 h de fotofase.

Tabela 5. Fecundidade de *Tetranychus urticae* exposto aos óleos essenciais de folhas de *Oxandra nitida* e *Tetradenia riparia*.

RESUMO

Os ácaros tetraniquídeos englobam 60% das espécies de ácaros. O ciclo biológico de *T. urticae* é considerado curto, com desenvolvimento favorecido em condições de baixa umidade do ar. A reprodução se dá por meio da partenogênese arrenótoca, no qual os ovos não fertilizados dão origem aos machos e os fertilizados as fêmeas. Os ácaros apresentam disseminação ativa por caminhamento ou passiva através do vento, plantas próximas, material vegetal infestado, ferramentas e por pessoas ao ter contato com a cultura infestada. Devido ao alto potencial reprodutivo e o número elevado de hospedeiros, faz-se necessário monitoramento periódicos da lavoura para adotar medidas de manejo que mantem a população abaixo do nível de dano econômico. Os acaricidas químicos sintéticos se caracterizam devido à variedade de estrutura química e modo de ação presente em diversos tipos de compostos, que funcionam em sua maioria como inibidores do transporte de elétron mitocondrial, ação em nervos e músculos e inibidores de crescimento, porém o uso inadequado dos acaricidas pode levar o surgimento de populações resistentes da praga e conseqüentemente a contaminação do homem e do ambiente. Atualmente métodos de controle que visam diminuir o uso dos produtos sintéticos são cada vez mais estudados para o manejo de pragas. Há diversos estudos que demonstram a eficácia do controle biológico dos ácaros fitófagos por meio de predadores ou plantas com potencial para extração de óleos essenciais. Os óleos essenciais são produzidos em estruturas especializadas das plantas como pelos glandulares, células parenquimáticas, canais oleíferos ou bolsas específicas que se localizam em partes específicas da planta, como por exemplo em raízes, folhas, flores, frutos, sementes. O método de extração mais comum e utilizado é o de hidrodestilação. Dentre os vários compostos químicos presentes nos óleos essenciais uma pequena parte são classificados como componentes majoritários, aqueles que atribuem à planta seu flavor peculiar. A identificação das substâncias químicas presente em um óleo essencial são realizadas por meio de cromatografia gasosa utilizando um detector de espectrometria de massa. Mediante ao exposto em relação à atividade acaricida de algumas plantas e a necessidade de descobrir novas “moléculas” ou compostos que possam ser utilizados no manejo de ácaros pragas foram selecionadas as espécies *Oxandra nitida* Fries (Annonaceae) e *Tetradenia riparia* (Lamiaceae).

Palavras chaves: Tetraniquídeos, Extração, Compostos terpênicos, Mortalidade, Manejo.

ABSTRACT

Tetranychid mites comprise 60% of the mite species. The biological cycle of *T. urticae* is considered short, developing under conditions of low air humidity. Reproduction occurs through the asexual parthenogenesis, in which unfertilized eggs give birth to males and fertilized to females. Mites present active dissemination by walking or passive through the wind, nearby plants, infested plant material, tools and by people when in contact with the infested culture. Due to the high reproductive potential and the high number of hosts, periodic monitoring of the crop is necessary to adopt management measures that keep the population below the level of economic damage. Synthetic chemical acaricides are characterized by the variety of chemical structure and mode of action present in various types of compounds, which function mostly as inhibitors of mitochondrial electron transport, action on nerves and muscles, and growth inhibitors, but inadequate use of acaricides can lead to the emergence of pest resistant populations and consequently the contamination of man and the environment. Currently control methods aimed at reducing the use of synthetic products are increasingly being studied for pest management. There are several studies that demonstrate the effectiveness of biological control of phytophagous mites by predators or plants with potential for extraction of essential oils. Essential oils are produced in specialized plant structures such as glandular, parenchymal cells, oil channels or specific pockets that are located in specific parts of the plant, such as roots, leaves, flowers, fruits, seeds. The most common and used extraction method is hydrodistillation. Among the various chemical compounds present in essential oils a small part are classified as major components, those that give the plant its peculiar flavor. Identification of the chemicals present in an essential oil are performed by gas chromatography using a mass spectrometry detector. Based on the above in relation to the acaricidal activity of some plants and the need to discover new “molecules” or compounds that can be used in the management of pest mites, the species *Oxandra nitida* Fries (Annonaceae) and *Tetradenia riparia* (Lamiaceae) were selected.

Key words: Tetranychids, Extraction, Terpenic compounds, Mortality, Management.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O ácaro, *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae), vulgarmente conhecido como ácaro rajado é considerado cosmopolita e umas das principais espécies de ácaros-praga, por apresentar hábito polífago e conseqüentemente causar prejuízos em diferentes culturas de importância econômica, tais como as da família: Malvaceae, Solanaceae, Rosaceae, Fabaceae, entre outras (CAZAUX et al., 2014; GULATI, 2014).

O controle do ácaro rajado geralmente é realizado por acaricidas convencionais, porém, uso ininterrupto tem como principal causa o surgimento de populações resistentes aos compostos sintéticos (GRBIC et al., 2011), além da contaminação alimentar e poluição ambiental (ATTIA et al., 2013). Um dos principais motivos que favorecem a ocorrência de resistência aos acaricidas químicos sintéticos está associado ao ciclo de vida curto e o alto potencial reprodutivo (NORTON et al., 1993), favorecendo a seleção de populações resistentes aos acaricidas, independentemente da classe química do produto utilizado (DERMAUW et al., 2013; LEEUWEN et al., 2010; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Diante do uso contínuo e indiscriminado dos acaricidas sintéticos, a busca por meios alternativos com a finalidade de suprimir os prejuízos decorrentes dos ácaros-pragas é extremamente essencial para a sustentabilidade do agroecossistema. Diante disso, alguns métodos de manejo se destacam, a exemplo do controle biológico com o uso de ácaros predadores e fungos entomopatogênicos são promissores (AJILA et al., 2019; CANASSA et al., 2019; REGNAULT-ROGER et al., 2012; SANTOS et al., 2016; QESSAOUI et al., 2018; SOUZA-PIMENTEL et al., 2018; TAMAI, 2002; ZHANG et al., 2016). Além destes, a busca por novas moléculas químicas de origem natural é uma premissa de muitos pesquisadores, isso mediante a análise das propriedades acaricidas dos compostos extraídos de diversas plantas, tais como: citronela, mentol, acetato de citronelil, β -citronelol, citral, acetato de geranila, eugenol, fenchone, β -cariofileno, δ -cadineno, β -pineno, 1,8-cineole, *p*-cimeno, α -terpineno, (Z)-ascaridol, canfora, α -pineno, limoneno, biciclogermacreno, cariofileno, germacreno-D, α -pineno, linalol, α -cimene, acetato de linalila, espatulenol, entre outros (DE SOUZA et al., 2015; HAN et al., 2011; LOPES et al., 2016; MIRESMAILLI et al., 2006). Além disso, os compostos extraídos das plantas podem ser adquiridos por meio de recursos renováveis, são

biodegradáveis e apresentam baixa persistência ambiental e toxicidade a mamíferos (CHAE et al., 2014).

Deste modo, a presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar o efeito toxicológico dos óleos essenciais extraídos de folhas de Oxandra - *Oxandra nitida* Fries e Mirra - *Tetradenia riparia* (Hochstetter) Codd sobre *T. urticae*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Tetranychus urticae*

Encontrados em diversos ambientes, os ácaros tetraniquídeos englobam 60% das espécies de ácaros fitófagos, são vulgarmente conhecidos como “ácaros rajado” em literaturas nacionais, “*Two-spotted spider mite*” ou “*spider mites*” em literaturas da língua inglesa e *araña amarilla comum* em literaturas de língua espanhola (CARMONA, 1996; FLECHTMANN, 1979; MORAES; FLECHTMANN, 2008). A espécie *T. urticae* foi descrita pelo entomologista e aracnólogo alemão Carl Ludwing Koch no ano de 1836 na cidade de Regensburg, na Alemanha, através de espécimes coletadas em plantas de urtiga *Urtica dioica* Linnaeus (LÉON, 2019; PRITCHARD; BAKER, 1955).

O ciclo biológico de *T. urticae* é considerado curto, apresentando cinco fases: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. A duração da fase de pré-oviposição dura cerca de um a sete dias, a fase embrionária é de três dias e as demais fases duram de 6 a 7 dias dependendo das condições climáticas. O ciclo biológico (ovo ao adulto) tem duração aproximada de 7 a 17 dias (TEHRI, 2014). O desenvolvimento é beneficiado em condições de baixa umidade do ar e tem por preferência clima temperado e subtropical (28 - 32 °C), quanto maior a temperatura menor será a quantidade de dias para completar o ciclo e aumentar o potencial reprodutivo. Os adultos vivem em torno de um mês e a cada 12 dias completa-se uma nova geração (BERNARDI et al., 2015; FLECHTMANN, 1985; FLECHTMANN, 1975; MORO et al., 2012).

A reprodução se dá por meio da partenogênese arrenótoca, no qual os ovos não fertilizados dão origem aos machos e os fertilizados as fêmeas, sendo assim considerados haplo-diploides, entretanto, uma fêmea que não foi fertilizada poderá originar uma nova população, ou seja, os descendentes poderão fertilizá-la dando

origem a uma nova linhagem de ácaros, contribuindo para resistência a acaricidas. Uma fêmea oviposita em média 40 ovos, a oviposição começa 36 horas após a emergência e o período de incubação dura quatro dias em condições de 23°C e 18 dias quando a temperatura se encontra a 13°C. Durante a fase de crescimento a probabilidade sexual é de 53% para fêmeas e de 47% para machos, as fêmeas vivem em média de 10 a 30 dias e os machos de 15 a 40 dias (SCHRADER, 1923; FLECHTMANN, 1979; GALLO et al., 2002).

Os ovos são esféricos, translúcidos e medem aproximadamente 0,14 mm de diâmetro, geralmente são depositados nas teias ou às nervuras da parte abaxial das folhas. A larva é incolor e translúcida, a coloração muda de acordo com a alimentação, possui três pares de pernas e dois ocelos avermelhados na região dorsal, com tamanho um pouco maior que o do ovo, neste estágio a larva fica um tempo imóvel e passa pelo primeiro processo de ecdise, originando a protoninfa. A protoninfa é maior e mais ovalada que a larva, possui quatro pares de pernas, passa também por uma fase imóvel e sofre a segunda ecdise resultando na deutoninfa, que varia de coloração devido a alimentação, porém em sua maioria é esverdeada. Durante a fase de deutoninfa é possível diferenciar macho e fêmea devido ao dimorfismo sexual, as fêmeas são maiores (0,46 mm), possuem duas manchas dorsais e são mais ovaladas, os machos são menores (0,25 mm) e possuem a extremidade posterior do abdome (opistossoma) mais afilada (HELLE; SABELLIS, 1985; MORAES; FLETCHMANN, 2008).

De maneira geral os ácaros apresentam disseminação ativa por caminhamento ou passiva através do vento, plantas próximas, material vegetal infestado, ferramentas e por pessoas ao ter contato com a cultura infestada (JÚNIOR; ALVES, 2016; ZHANG, 2003). O hábito alimentar é do tipo sugador tendo esta espécie preferência por folhas mais velhas do terço inferior da planta. A alimentação se dá, após o apoio do primeiro e segundo par de pernas, com a inserção do estilete no tecido foliar sugando assim o conteúdo celular da planta hospedeira (FADINI et al., 2004; MORAES; FLECHTMANN, 2008). As células epidérmicas e parenquimáticas que foram esvaziadas por meio da inserção dos estiletos queliceriais são ocupadas por ar, resultando em pontuações translúcidas na folha. Alta taxa de infestação pode ocasionar necrose e seca do limbo foliar, bloqueio da síntese de amido, redução da taxa fotossintética, afetar o crescimento da planta, reduzir o número e peso dos frutos, e em alguns casos

ocasionam rasgadura e queda das folhas (FADINI; ALVARENGA, 1999; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

2.2 Métodos de controle para o manejo de *T. urticae*

Devido ao alto potencial reprodutivo e o número elevado de hospedeiros, faz-se necessário monitoramento periódicos da lavoura para adotar medidas de manejo que mantem a população abaixo do nível de dano econômico (FADINI et al., 2004). O método de controle de *T. urticae* é comumente realizado por meio da aplicação de acaricidas químicos sintético, entretanto, muitos desses produtos não são eficientes o suficiente para manter o número de ácaros abaixo do nível de dano econômico (TIRELLO et al., 2012). Portanto, pela baixa eficiência, seja devido às características do produto ou forma de uso inadequado dos acaricidas, pode ocorrer o surgimento de populações resistentes da praga e conseqüentemente a contaminação do homem e do ambiente pelo excesso de resíduos químicos (ATTIA et al., 2013; BRASIL, 2008).

A espécie *T. urticae* é considerada a mais prejudicial dentre as espécies de ácaros fitófagos descritas no mundo, tendo em vista o número de plantas que pode se alimentar e ocasionar prejuízos e, infelizmente, apesar de existirem várias alternativas de manejo, a mais utilizada é a adoção do controle químico por meio de acaricidas sintéticos. Porém, segundo o banco de dados de Resistência a Pesticida de Artrópodes (APRD) já foram registrados mais de 500 casos de resistência de *T. urticae* a compostos químicos, comprovando que essa espécie de ácaro-praga é resistente a pelo menos 93 ingredientes ativos disponíveis no mercado (SPARKS; NAUEN, 2015).

Os acaricidas químicos sintéticos são utilizados desde a segunda guerra mundial e se caracterizam devido à variedade de estrutura química e modo de ação presente em diversos tipos de compostos, que funcionam em sua maioria como inibidores do transporte de elétron mitocondrial, ação em nervos e músculos e inibidores de crescimento (ATTIA, 2013; MARCIC 2012). O modo de ação pode ser por meio do contato direto, contato residual, ingestão, repelência, fumigação e atração, a qual um método pode apresentar melhor resultado em relação a outro, além de sofrer influência em relação à aplicação, fatores climáticos e defesa da planta. A ação do acaricida pode ocorrer de maneira direta ou indireta levando o ácaro a morte de forma instantânea ou lenta, em geral os acaricidas têm por consequência a inibição do movimento e

crescimento populacional, redução da capacidade de alimentação, predação e oviposição (STEINER et al. 2011).

No ano de 2013 há uma estimativa de que foram gastos em média 900 milhões de euros com produtos químicos no controle de ácaros do gênero *Tetranychus*, sendo 372 milhões de euros com *T. urticae* (AGROLINK, 2019; VAN LEEUWEN et al., 2015). Contudo, esses produtos apresentam alto poder residual e possuem moléculas de amplo espectro, que além de controlar a população do ácaro praga também elimina os inimigos naturais (SATO et al., 2002). Além do controle químico tradicional, outros métodos de controle são efetivos no manejo de *T. urticae*, a exemplo do controle biológico com entomopatógenos e ácaros ou insetos predadores (MORO et al., 2011; SOUZA-PIMENTEL et al., 2018) e por meio de extratos e óleos essenciais.

Atualmente métodos de controle que visam diminuir o uso dos compostos químicos sintéticos são cada vez mais estudados para o manejo de pragas. Há diversos estudos que demonstram a eficácia do controle biológico dos ácaros fitófagos, seja com os agentes denominados como predadores, como é o caso dos ácaros da família Phytoseiidae ou com entomopatógenos, tais como as espécies de fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) e *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorok (Hypocreales: Clavicipitaceae) (SANTOS et al. 2016). As espécies *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot, 1957), *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1905) e *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) são utilizadas para controle de *T. urticae*, porém o *P. persimilis* se alimenta especificamente de ácaros da família *Tetranychus* sp (AMOAHA, 2016; MCMURTRY et al., 2015; SCHMIDT-JEFFRIS; CUTULLE, 2019).

Dentre as plantas que são utilizadas para extração de óleos essenciais ou elaboração de extratos com potencial acaricida, podem-se destacar as pertencentes às famílias Lamiaceae, Annonaceae, Meliaceae, Chenopodiaceae, Myrtaceae, Apiaceae, Asteraceae, Rutaceae, Lauraceae, Poaceae, Zingiberaceae, Fabaceae (CAMILO et al., 2017; MACIEL et al., 2015). Os óleos essenciais (OE) são produzidos por meio de estruturas especializadas das plantas como: pelos glandulares, células parenquimáticas, canais oleíferos ou bolsas específicas que se localizam em partes específicas da planta, como por exemplo em raízes, folhas, flores, frutos, sementes, entre outras (ISMAN, 2001; MELO, 2005). Uma mesma planta pode produzir óleos essenciais em diferentes

estruturas e estes não necessariamente apresentam o mesmo odor, composição e características físico-químicas, pois a produção e qualidade podem variar em relação à parte vegetativa usada para extração do óleo, além da região de cultivo da planta e genótipo (SOUZA et al., 2017; VERMA et al., 2010; VITTI; BRITO, 2003).

O processo de extração é um dos fatores importantes na determinação da qualidade do óleo essencial, pois o processo realizado de forma inadequada pode alterar a composição química, perda das características naturais, como cor, sabor e viscosidade (TONGNUANCHAN; BENJAKUL, 2014). O método de extração mais comum e utilizado é o de hidrodestilação (HD) que se divide em arraste a vapor d'água e coobação que é um método de destilação repetida para obter uma concentração maior das substâncias, porém há diversos outros, tais como: maceração, prensagem, extração com solvente, enfloração (enfleurage), extração por dióxido de carbono supercrítico e destilação em forno micro-ondas (CHEN et al., 2011; KHANAVI et al., 2013; MOHAMMADHOSSEINI, 2017; SANTOS et al., 1998; SANTOS et al., 2004). Dentre os vários compostos químicos presentes nos óleos essenciais uma pequena parte que se apresenta em maior quantidade são classificados como componentes majoritários, geralmente são aqueles que atribuem à planta seu flavor peculiar. A identificação das substâncias químicas presente em um óleo essencial são realizadas por meio de cromatografia gasosa (CG) utilizando um detector de espectrometria de massa (EM) (LOBO; LOURENÇO, 2007; SILVERSTEIN, 2007) que a partir de uma amostra de 1 μ L em uma única operação realiza a análise qualitativa e quantitativa no qual se pode encontrar cada componente presente no óleo (CZEPAK; BANDONI, 2008).

Com relação ao uso no manejo integrado de ácaros-pragas, alguns óleos essenciais possuem efeito acaricida no controle de *T. urticae* por meio das doses e concentrações letais (DL_{50} e CL_{50}), que apresentam efeito letal causando mortalidade imediata, entretanto, os efeitos subletais proporcionam uma diminuição na fecundidade, longevidade, taxa de desenvolvimento e razão sexual (ATTIA et al., 2013; FOERSTER, 2002). Como exemplo, podemos citar o trabalho desenvolvido por Chiasson (2001) com os óleos essenciais de absinto (*Artemisia absinthium* Linnaeus) e catinga-de-mulata (*Tanacetum vulgare* Linnaeus) que ocasionaram a mortalidade de 75% de fêmeas de *T. urticae*. Em outro estudo, verificou-se a atividade acaricida do óleo essencial de erva-de-santa-maria a *T. urticae*, causando uma redução de 69% na oviposição (PAES et al., 2015).

Mediante ao exposto em relação à atividade acaricida de algumas plantas e a necessidade de descobrir novas “moléculas” ou compostos que possam ser utilizados no manejo de ácaros pragas. Dessa forma, foram selecionadas as espécies *Oxandra nitida* Fries (Annonaceae) e *Tetradenia riparia* (Lamiaceae).

2.3 Família Annonaceae - *Oxandra nitida* Fries

A família das Anonáceas, ordem Magnoliales, possui 112 gêneros e 2.440 espécies descritas, considerada rica em quantidade de espécies dentre as angiospermas (CHATROU et al., 2012; COUVREUR et al., 2011). A distribuição é pantropical e apresentam 40 gêneros e 900 espécies na região Neotropical, com 26 gêneros no Brasil, no qual 9 são endêmicos, e 385 espécies distribuídas pela região da floresta amazônica e mata atlântica, sendo mais diversa na região amazônica (CHATROU et al., 2004; MAAS et al., 2012).

As anonáceas se caracterizam pela produção de esteroides, flavonoides, peptídeos, diterpenos, alcaloides e acetogeninas. A acetogenina pertence a classe de metabólitos secundários que possuem atividade biológica, são encontradas nas folhas, cascas, galhos, raízes e sementes, consideradas promissoras como novo agente antitumoral e pesticida inibindo o transporte de elétrons mitocondrial (ALALI et al., 1999; FANG et al., 1993). Apesar da grande variedade de espécies de anonáceas, apenas 42 apresentam potencial inseticida distribuídas em 14 gêneros, dentre estes está a *Oxandra* (KRINSKI et al., 2014).

O gênero *Oxandra* (Figura 4) foi primeiramente publicado por Richard em 1841 e classificado por Baillon em 1868 na família Annonaceae. Possui cerca de 30 espécies neotropicais descritas, no qual 15 são recorrentes no Brasil (MAAS; WESTRA, 2010; LOPES et al., 2013). O primeiro estudo teve 17 espécies descritas, porém 6 ainda eram desconhecidas perante a ciência (FRIES, 1931). A espécie *Oxandra nitida* Fries é nativa da Mata Atlântica, com recorrência em três estados: Bahia, Rio de Janeiro e Espírito Santo, em biomas de restingas e floresta ombrófila (LOBÃO et al., 2005), pode ser conhecida vulgarmente como ariticum-do-mato (LOPES; MELLO-SILVA, 2014) e embiú-branco (SILVA; NASCIMENTO, 2001). É uma espécie arbórea com altura de 10 a 13 metros. O tronco possui cascas lisas a rugosa na fase jovem e algumas fissuras superficiais quando mais velha, as folhas são oblanceoladas simples, coriáceas, brilhantes, pecíolos curtos (menores que 5 mm de comprimento), as nervuras primárias

presentes nas folhas são pouco proeminentes na face adaxial e bastante ressaltadas na face abaxial e sua posição em relação aos ramos laterais é dista (duas filas). As flores são bissexuais com pedicelo de 2 a 3 mm de comprimento, o botão floral apresenta formato elipsoide com sépalas livres e triangulares. A floração ocorre de setembro a abril e os frutos de março a julho (LOPES et al., 2013; LOPES et al., 2014).

O efeito acaricida por meio de produtos extraídos de plantas dessa família com efeito tóxico letal e subletal, como exemplo a pulverização de extratos de *Annona squamosa* Linnaeus confirmou mortalidade de 90% do ácaro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1971) (Acari: Tetranychidae) (CARVALHO et al., 2008). Maciel et al. (2015) ao avaliar a toxicidade letal, o efeito repelente, a toxicidade de ovos e o efeito residual de extratos de sementes de *Annona muricata* Linnaeus constatou que essa espécie de anonácea é eficaz no controle de *T. urticae*. O óleo essencial de folhas de *Xylopiya sericea* Saint-Hilaire apresentou maior toxicidade contra *T. urticae* ao avaliar seu efeito fumigante por um período de 72 horas (PONTES et al., 2007).

2.4 Família Lamiaceae - *Tetradenia riparia* (Hochstetter) Codd

A família das Lamiáceas, da ordem Lamiales, e apresentam 240 gêneros e 7.200 espécies, são cosmopolitas e recorrentes em regiões de clima tropical e temperado, considerada a sexta maior família dentro das angiospermas (HARLEY et al., 2012; LI et al., 2016). No Brasil são descritos 46 gêneros e 524 espécies (HARLEY et al., 2015). São comumente conhecidas pelo uso condimentar e na medicina popular, apresentam grande influência econômica na produção de óleos essenciais (FAHN, 1979; LORENZI; MATOS, 2002). De um total de 110 famílias de plantas destruídas pelo mundo as lamiáceas foram consideradas as mais citadas em relação à atividade inseticida, sendo 181 espécies de 48 gêneros, dentre eles se destacam os gêneros *Teucrium*, *Tymus*, *Micromeria*, *Mentha*, *Monarda*, *Pycnanthemum*, *Ocimum*, *Satureja* e *Origanum* por apresentarem ação antifúngica, antimicrobiana, ação repelente e fumigante contra diversas pragas (BOULOGNE et al., 2012; JAMPÍLEK; KRÁĽOVÁ, 2019).

Em 1830 o gênero *Tetradenia* foi descrito pela primeira vez por Benth e posteriormente por Edgar Frank Codd no ano de 1983. A espécie *Tetradenia riparia* (Hochstetter) Cood (Figura 5) é conhecida no Brasil como a falsa mirra, lavândula ou limonete. Foi introduzida como planta exótica e cultivada em hortos, parques e aos arredores das casas. É bastante utilizada como planta ornamental e na produção de

incenso devido ao aroma intenso e agradável (MATTEI et al. 2014; MIGUEL, 2010; MARTINS et al., 2009). Classificada como arbusto de porte médio a espécie *T. riparia* possui aproximadamente 1,20 a 1,60 metros de altura, o período de floração vai de maio a setembro, a folhagem é em formato largo ovaladas, dentadas e com textura espessas (LORENZI; SOUZA, 2008). Tem preferência por locais rochosos, úmidos e de baixas altitudes (PHILLIPSON; STEYN, 2008). Na África a espécie é cultivada ao redor das casas com o objetivo de repelir mosquitos transmissores de doenças, como a malária, além de muito utilizadas em casos de resfriados, dor de cabeça, esterilidade feminina e doenças respiratórias (COOPOOSAMY; NAIDOO, 2011; VAN PUYVELDE et al., 1986). Há diversos estudos farmacológicos que comprovam que a folha da planta possui atividade antifúngica, antibacteriana, antiviral, anticolinesterásica, antioxidante e antimicobacteriana (AMOO et al., 2012; OKEM et al., 2012; NGULE et al., 2014; WASSWA; OLILA, 2006).

O óleo essencial de *T. riparia* é composto por mistura de terpenos, no qual a classe de maior representação são os sesquiterpenos oxigenados (GAZIM et al., 2010), que possuem ação larvicida, antibacteriana, inseticida, antimalárica, antimicrobiana, repelente e acaricida (CAMPBELL et al., 1997; GAZIM et al., 2011; OMOLO et al., 2004; WEAVER et al., 1994). Çalmasur et al. (2006) ao avaliar o efeito de toxicidade do óleo essencial de três espécies da família Lamiaceae (*Micromeria fruticosa* Linnaeus, *Nepeta racemosa* Linnaeus e *Origanum vulgare* Linnaeus) contra ninfas e adultos de *T. urticae* concluiu que o óleo essencial das três espécies tem potencial para controlar o ácaro em condições de casa de vegetação.

2.5 REFERÊNCIAS

AGROLINK. **Ácaro rajado** (*Tetranychus urticae*). Disponível em <:https://www.agrolink.com.br/problemas/acaro-rajado_126.html> Acesso em : 23 abril de 2019.

AJILA, H. E. V.; COLARES, F.; LEMOS, F.; MARQUES, P. H.; FRANKLIN, E. C.; VALE, W. S.; OLIVEIRA, E. E.; VENZON, M.; PALLINI, A. Supplementary food for *Neoseiulus californicus* boosts biological control of *Tetranychus urticae* on strawberry. **Pest Management Science**, p. 30, 2019.

ALALI, F. Q.; LIU, X. X.; MCLAUGHLIN, J. L. *Annonaceous acetogenins*: recent progress. **Journal of Natural Products**, v. 62, n. 3, p. 504-540, 1999.

AMOAHA, B.; ANDERSON, J.; ERRAM, D.; GOMEZ, J.; HARRIS, A.; KIVETT, J.; NECHOLS, J. Plant spatial distribution and predator–prey ratio affect biological control of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) by the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Biocontrol Science and Technology**, v. 26, n. 4, p. 548-561, 2016.

AMOO, S. O.; AREMU, A. O.; MOYO, M.; VAN STADEN, J. Antioxidant and acetylcholinesterase-inhibitory properties of long-term stored medicinal plants. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 12, n. 1, p. 87, 2012.

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**, v. 86, n. 3, p. 361-386, 2013.

BERNARDI, D.; BOTTON, M.; NAVA, D. E.; ZAWADNEAK, M. A. C. Guia para a identificação e monitoramento de pragas e seus inimigos naturais em morangueiro. **Embrapa Uva e Vinho-livro Científico (ALICE)**, 49p., 2015.

BRASIL. **Instrução Normativa n.42, de 31 de dezembro de 2008**. Institui o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Vegetal – PNCRC/Vegetal. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 12 abril de 2019.

BOULOGNE, I.; PETIT, P.; OZIER-LAFONTAINE, H.; DESFONTAINES, L.; LORANGER-MERCIRIS, G. Insecticidal and antifungal chemicals produced by plants: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 10, n. 4, p. 325-347, 2012.

ÇALMAŞUR, Ö.; ASLAN, İ.; ŞAHİN, F. Insecticidal and acaricidal effect of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. **Industrial Crops and Products**, v. 23, n. 2, p. 140-146, 2006.

CAMILO, C. J.; NONATO, C. F. A.; RODRIGUES-GALVÃO, F.; COSTA, W. D.; CLEMENTE, G. G.; MACEDO, M. A. C. S.; RODRIGUES, F. F. G.; COSTA, J. G. M.

Acaricidal activity of essential oils: a review. **Trends in Phytochemical Research**, v. 1, n. 4, p. 183-198, 2017.

CAMPBELL, W. E.; GAMMON, D. W.; SMITH, P.; ABRAHAMS, M., PURVES, T. D. Composition and antimalarial activity in vitro of the essential oil of *Tetradenia riparia*. **Planta Medica**, v. 63, n. 03, p. 270-272, 1997.

CARMONA, M. M.; DIAS, J. C. S.; GANHÃO, J. F. P. **Fundamentos de Acarologia Agrícola**, 1996.

CANASSA, F.; TALL, S.; MORAL, R. A.; LARA, I. A. R.; DELALIBERA JÚNIOR, I.; MEYLING, N. V. Effects of bean seed treatment by the entomopathogenic fungi *Metarhizium robertsii* and *Beauveria bassiana* on plant growth, spider mite populations and behavior of predatory mites. **Biological Control**, v. 132, p. 199-208, 2019.

CARVALHO, T. M. B. D.; REIS, P. R.; OLIVEIRA, D. F. D.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, D. A. D. Avaliação de extratos vegetais no controle de *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1971) (Acari: Tetranychidae) em laboratório. **Coffee Science**, v. 3, n. 2, p. 94-103, 2008.

CAZAUX, M.; NAVARRO, M.; BRUINSMA, K. A.; ZHUROV, V.; NEGRAVE, T.; VAN LEEUWEN, T.; GRBIC, V.; GRBIC, M. Application of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* for plant-pest interaction studies. **Journal of Visualized Experiments**, n. 89, p.7, 2014.

CHAE, S.; KIM, S. I.; YEON, S. H.; PERUMALSAMY, H.; AHN, Y. J. Fumigant toxicity of summer savory and lemon balm oil constituents and efficacy of spray formulations containing the oils to B-and neonicotinoid-resistant Q-biotypes of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 1, p. 286-292, 2014.

CHATROU, L. W.; RAINNER, H.; MAAS, P. J. M. Annonaceae. In: Flowering plants of the Neotropics (SMITH, N.; MORI, S. A.; HENDERSON, A.; STEVENSON, D. W.; CURA, S. V). Princeton University Press, **The New York Botanical Garden**, Princeton, New York, p. 18-20, 2004.

CHATROU, L. W.; PIRIE, M. D.; ERKENS, R. H. J.; COUVREUR, T. L. P.; NEUBIG, K. M. J.; ABBOTT, R., MOLS, J. B.; MAAS, J. W.; SAUNDERS, R. M. K.;

CHASE, M. W. A new subfamilial and tribal classification of the pantropical flowering plant family Annonaceae informed by molecular phylogenetics. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 169, n. 1, p. 5-40, 2012.

CHEN, X.; ZHANG, Y.; ZU, Y.; FU, Y.; WANG, W. Composition and biological activities of the essential oil from *Schisandra chinensis* obtained by solvent-free microwave extraction. **LWT-Food Science and Technology**, v. 44, n. 10, p. 2047-2052, 2011.

CHIASSEON, H.; BE'LANGER, A.; BOSTANIAN, N.; VINCENT, C.; POLIQUIN, A. Acaricidal properties of *Artemisia absinthium* and *Tanacetum vulgare* (Asteraceae) essential oils obtained by three methods of extraction. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 1, p. 167-171, 2001.

COOPOOSAMY, R. M.; NAIDOO, K. K. Assessing the potencial of *Tetradenia riparia* in treatment of common skin conditions in rural communities of South Africa. **African Journal of Microbiology Research**, v. 5, n. 19, p. 2942-2945, 2011.

COUVREUR, T. L. P.; PIRIE, M. D.; CHATROU, L. W.; SAUNDERS, R. M. K.; SU, Y. C. F.; RICHARDSON, J. E.; ERKENS, R. H. J. Early evolutionary history of the flowering plant family Annonaceae: steady diversification and boreotropical geodispersal. **Journal of Biogeography**, v. 38, n. 4, p. 664-680, 2011.

CZEPAK, M.P.; BANDONI, A. L. **Os Recursos Vegetais Aromáticos no Brasil: seu aproveitamento industrial para a produção de aromas e sabores**. Vitória: EDUFES, 624 p. 2008.

DE SOUZA, L. P.; ZAGO, H. B.; COSTA, A. V.; STIGUEL P.; VALBON, W. R. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE ERVA-DE-SANTA-MARIA SOBRE O ÁCARO-RAJADO. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 160-166, 2015.

DERMAUW, W.; WYBOUW, N.; ROMBAUTS, S.; MENTEN, B.; VONTAS, J.; GRBIC, M.; CLARK, R. M.; FEYEREISEN, R.; LEEUWEN, T. V. A link between host plant adaptation and pesticide resistance in the polyphagous spider mite *Tetranychus urticae*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 2, p. 113-122, 2013.

FADINI, M. A. M.; ALVARENGA, D. A. Pragas de morangueiro. **Informe Agropecuário**, p. 75-79, 1999.

FADINI, M. A. M.; PALLINI, A.; VENZON, M. Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1271-1277, 2004.

FAHN, A. **Secretory Tissues in Plants**. Academic Press, 1979.

FANG, X. P.; RIESER, M. J.; GU, Z. M.; ZHAO, G. X.; MCLAUGHLIN, J. L. *Annonaceous acetogenins: an updated review*. **Phytochemical Analysis**, v. 4, n. 1, p. 27-48, 1993.

FLECHTMANN, C. H W. **Elementos de Acarologia**. São Paulo: Nobel, 344p. 1975.

FLECHTMANN, C. H. W. **Elementos de Acarologia**. São Paulo: Nobel, 182p. 1979.

FLECHTMANN, C. W. **Ácaros de Importância Agrícola**. São Paulo: Nobel, 189p. 1985.

FOERSTER, L. A.; PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M. **Seletividade de Inseticidas a Predadores e Parasitóides**. São Paulo: Manole, v. 1, 2002.

FRIES, R.E. Revision der Arten einiger Annonaceen-Gattungen. **Acta Horticultura Bergiani**, v. 10, p. 1-27, 1931.

GAZIM, Z. C.; AMORIM, A. C.L.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M.; NASCIMENTO, I. A.; FERREIRA, G. A.; CORTEZ, D. A. G. Seasonal variation, chemical composition, and analgesic and antimicrobial activities of the essential oil from leaves of *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd in Southern Brazil. **Molecules**, v. 15, n. 8, p. 5509-5524, 2010.

GAZIM, Z. C.; DEMARCHI, I. G.; LONARDONI, M. V. C.; AMORIM, A. C. L.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M.; FERREIRA, G. A.; LIMA, E. L.; COSMO, F. A.; CORTEZ, D. A. G. Acaricidal activity of the essential oil from *Tetradenia riparia* (Lamiaceae) on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari; Ixodidae). **Experimental Parasitology**, v. 129, n. 2, p. 175-178, 2011.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S.

B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p. 2002.

GRBIC, M.; VAN LEEUWEN, T.; CLARK, R. M.; ROMBAUTS, S.; ROUZÉ, P.; et al. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. **Nature**, v. 4, p. 487-492. 2011.

GULATI, R. Eco-friendly management of phytophagous mites. In: **Integrated Pest Management**. Academic Press, p. 461-491, 2014.

HAN, J.; KIM, S. I.; CHOI, B. R.; LEE, S. G.; AHN, Y. J. Fumigant toxicity of lemon eucalyptus oil constituents to acaricidal-susceptible and acaricidal-resistant *Tetranychus urticae*. **Pest Management Science**, v. 67, n. 12, p. 1583-1588, 2011.

HARLEY R. M. Checklist and key of genera and species of the Lamiaceae of the Brazilian Amazon. **Rodriguésia**, v. 63, n. 1, p. 129-44, 2012.

HARLEY, R.; FRANÇA, F.; SANTOS, E. P.; SANTOS, J. S.; PASTORE, J. F. **Lamiaceae em Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB142>>. Acesso em: 20 maio 2019.

HELLE, W.; SABELIS, M. W. Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control. **Elsevier**, Amsterdam, v. 1, p. 458, 1985.

ISMÁN, M. B. Pesticides based on plant essential oils for management of plant pests and diseases. In: **International Symposium on Development of Natural Pesticides from forest resources**. Korea Forest Research Institute Seoul. p. 1-9, 2001

JAMPÍLEK, J.; KRÁLOVÁ, K. Nanobiopesticides in agriculture: State of the art and future opportunities. In: **Nano-biopesticides Today and Future Perspectives**. Academic Press, p. 397-447, 2019

JÚNIOR, M. S. M; ALVES, R. N. B. **Cultura da Mandioca**. Embrapa, Brasília, DF, 2016.

KHANA VI, M.; HAJIMEHDIPOOR, H.; EMADI, F.; KHANDANI, N. K. Essential oil compositions of *Thymus kotschyanus* Boiss. obtained by hydrodistillation and

microwave oven distillation. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 16, n. 1, p. 117-122, 2013.

KRINSKI, D.; MASSAROLI, A.; MACHADO, M. Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 225-242, 2014.

LEEUVEN, T. V.; VONTAS, J.; TSAGKARAKOU, A.; DERMAUW, W.; TIRRY, L. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 40, n. 8, p. 563-572, 2010.

LÉON, D. M.; ARCOS, J. D.; FREYTEZ, C. V.; PINTO, V. F.; CARREÑO, S. P. Control de ácaros mediante la aplicación de *Bacillus subtilis* en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*). **Agronomía Costarricense**, v. 43, n. 1, p. 125-133, 2019.

LI, B.; CANTINO, P. D.; OLMSTEAD, R. G.; BRAMLEY, G. L. C.; XIANG, C. L., MA, Z. H.; TAN, Y.H.; ZHANG, D. X. A large-scale chloroplast phylogeny of the Lamiaceae sheds new light on its subfamilial classification. **Scientific Reports**, v. 6, p. 34343, 2016.

LOBO, A. M.; LOURENÇO, A. M. (Ed.). **Biossíntese de Produtos Naturais**. Instituto Superior Técnico, 2007.

LOPES, J. C.; JUNIKKA, L.; MELLO-SILVA, R. *Oxandra unibracteata* (Annonaceae), a new species from the Atlantic Forest and a new synonym of *Oxandra nitida*. **Phytotaxa**, v. 84, n. 1, p. 25-30, 2013.

LOPES, J. C.; MELLO-SILVA, R.. Annonaceae from Natural Reserve Vale, Linhares, Espírito Santo. **Rodriguésia**, v. 65, n. 3, p. 599-635, 2014.

LOPES, R. P. ROCHA, L. I. R.; PARREIRA, L. A.; MENINI, L. Caracterização química de óleos essenciais de plantas medicinais. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 271, 2017.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda**. Nova Odessa, SP, 2002. 512 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. Plantas Ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 4. ed. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 2008. 617 p.

MAAS, P. J. M.; WESTRA, L. Y. New species of Annonaceae from the Neotropics and miscellaneous notes. **Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, v. 55, n. 3, p. 259-275, 2010.

MAAS, P.; RAINER, H.; LOBÃO, A. Q. (2012). Annonaceae. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB110219>>. Acessado em: 12 de abr. 2019

MACIEL, A. G. S.; RODRIGUES, J. S.; TRINDADE, R. C. P.; SILVA, E. S.; SANT'ANA, A. E. G.; LEMOS, E. E. P. Effect of *Annona muricata* L. (1753) (Annonaceae) seeds extracts on *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 48, p. 4370-4375, 2015.

MARCIC, D. Acaricides in modern management of plant-feeding mites. **Journal of PEST SCIENCE**, v. 85, n. 4, p. 395-408, 2012.

MARTINS, M. B. G.; MARTINS, R. G. M.; CAVALHEIRO, J. A. Histoquímica e atividade antibacteriana de folhas do incenso (*Tetradenia riparia*). **Revista Biociências**, v. 14, n. 2, 2009.

MATTEI, D. GUIMARÃES, L. F.; FERREIRA, F. B. P.; SANTOS, R. D. S. R.; MARTIN, A. A.; GAZIM, Z. C.; DRAGUNSKI, D. C. Análises das propriedades físicas e antimicrobianas de filmes à base de amido contendo óleo essencial de *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd e *Rosmarinus officinalis* L. - LAMIACEAE. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v. 16, n. 2, p. 129-136, 2014.

MCMURTRY, J. A.; SOURASSOU, N. F.; DEMITE, P. R. The Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) as Biological Control Agents. Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms. **Springer International Publishing**, Switzerland, p. 133–149, 2015.

MELO, R. C. A. Plantas Medicinais, Óleos essenciais e Aromas. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 2, p. 193-200, 2005.

MIGUEL, M. G. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential Oils: A Short Review. **Molecules**, vol. 15, p. 9252-9287, 2010.

MIRESMAILLI, S.; BRADBURY, R. O. D.; ISMAN, M. B. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. **Pest Management Science: Formerly Pesticide Science**, v. 62, n. 4, p. 366-371, 2006.

MOHAMMADHOSSEINI, M. Essential Oils Extracted Using Microwave-Assisted Hydrodistillation from Aerial Parts of Eleven Artemisia Species: Chemical Compositions and Diversities in Different Geographical Regions of Iran. **Records of Natural Products**, v. 11, n. 2, 2017.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, H. W. **Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Holos, 2008.

MORO, L. B.; POLANCZYK, R. A.; PRATISSOLI, D.; CARVALHO, J. R.; FRANCO, C. R. Potencial do uso de fungos entomopatogênicos no controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em mamoeiro: efeito de cultivares sobre a patogenicidade. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 2, p. 267-272, 2011.

MORO, L. B.; POLANCZYK, R. A.; CARVALHO, J. R.; PRATISSOLI, D.; FRANCO, C. R. Parâmetros biológicos e tabela de vida de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em cultivares de mamão. **Ciência Rural**, p. 487-493, 2012.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, H. W. **Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Holos, 2008.

NGULE, M. C.; NDIKU, M. H.; RAMESH, F.; NGULE, M. E. Preliminary phytochemical and antibacterial screening of fresh *Tetradenia riparia* leaves water extract against selected pathogenic microorganisms. **International Journal of Bioassays**, v. 3, p. 3413-3418, 2014.

NORTON, R.A.; KETHLEY, J.B.; JOHNSTON D.E.; OCONNOR, B.M. Phylogenetic perspectives on genetic systems and reproductive modes of mites. **Evolution and Diversity of Sex Ratio in Insects and Mites**, p. 8-99, 1993.

OKEM, A.; FINNIE, J. F.; VAN STADEN, J. Pharmacological, genotoxic and phytochemical properties of selected South African medicinal plants used in treating stomach-related ailments. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 139, p. 712– 720, 2012.

OMOLO, M. O.; OKINYO, D.; NDIEGE, I. O.; LWANDE, W.; HASSANALI, A. Repellency of essential oils of some Kenyan plants against *Anopheles gambiae*. **Phytochemistry**, v. 65, n. 20, p. 2797-2802, 2004.

PAES, J. P.; RONDELLI, V. M.; COSTA, A. V.; VIANNA, U. R.; QUEIROZ, V. T. Caracterização Química e Efeito do Óleo Essencial de Erva-de-Santa-Maria sobre o Ácaro-Rajado de Morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 346-354, 2015.

PHILLIPSON, P. B.; STEYN, C. F. *Tetradenia* (Lamiaceae) in Africa: new species and new combinations. **Adansonia**, v. 30, n. 1, p.177-196, 2008.

PONTES, W. J. T.; OLIVEIRA, J. C. S. D.; CÂMARA, C. A. G. D.; GODIM JÚNIOR, M. G. C.; OLIVEIRA, J. V.; SCHWARTZ, M. O. E. Acaricidal activity of the essential oils leaves and fruits of *Xylopi sericea* St. Hill. on the two spotted spide mite (*Tetranychus urticae* Koch). **Química Nova**, v. 30, n. 4, p. 838-841, 2007.

PRITCHARD, A. E.; BAKER, E. W. A revision of the spider mite Family Tetranychidae. **Pacific Coast Entomological Society**. San Francisco, v. 2, 1995.

QESSAOUI, R.; BOUHARROUD, R.; AMARRAQUE, A.; AJERRAR, A.; MYAD, E. H.; CHEBLI, B.; DADI, M.; ELAINI, R.; FILALI, F. E.; WALTERS, A. S. Ecological applications of *Pseudomonas* as a biopesticide to control two-spotted mite *Tetranychus urticae*: chitinase and HCN production. **Journal of Plant Protection Research**, v. 1, p. 1-8, 2018.

REGNAULT-ROGER, C.; VINCENT, C.; ARNASON, J. T. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. **Annual Review of ENTOMOLOGY**, v. 57, p. 405-424, 2012.

SANTOS, A. S.; ANDRADE, E. H.; ZOGHBI, M. D. G. B.; LUZ, A. I.; MAIA, J. G. Sesquiterpenes of amazonian Piper species. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 2, p. 127-127, 1998.

SANTOS, A. S.; ALVES, S. D. M.; FIGUEIREDO, F. J. C.; DA ROCHA NETO, O. G. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2004.

SANTOS, M. D.; DUARTE, M. E.; VALENTE, E. C. N.; BARBOSA, T. J. A.; SILVA, E. S. 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**, v. 14, n. 2, 2016.

SATO, M. E.; SILVA, M.; GONÇALVES, L. R. Differential toxicity of pesticides to *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on strawberry, **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3, p. 449-456, 2002.

SCHMIDT-JEFFRIS, R. A.; CUTULLE, M. A. Non-target effects of herbicides on *Tetranychus urticae* and its predator, *Phytoseiulus persimilis*: implications for biological control. **Pest Management Science**, p. 1-37, 2019.

SCHRADER, F. Haploidie bei einer Spinnmilbe. **Archiv Für Mikroskopische Anatomie**, v. 97, n. 4, p. 610-622, 1923.

SILVA, G. C DA; NASCIMENTO, M. T. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 51-62, 2001.

SILVA, A. C. B. Toxicity of neem oil to the cassava green mite *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae). **Chilean journal of agricultural research**, v. 73, n. 3, p. 315-319, 2013.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. **Identificação Espectrométrica de Compostos Orgânicos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 2007.

SOUZA, G. S. D.; BONILLA, O. H.; LUCENA, E. M. P. D.; BARBOSA, Y. P. Chemical composition and yield of essential oil from three Croton species. **Ciência Rural**, v. 47, n. 8, 2017.

SOUZA-PIMENTEL, G. C.; REIS, P. R.; LISKA, G. R.; CIRILLO, M. Â. Predatory Potential of *Phytoseiulus macropilis* (Banks) Preying on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Advances in ENTOMOLOGY**, v. 6, n. 2, p. 134, 2018.

SPARKS, T. C.; NAUEN, R. IRAC: mode of action classification and insecticide resistance management. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.121, p. 122–128, 2015.

STEINER, M. Y.; SPOHR, L. J.; GOODWIN, S. Impacto of two formulations of the acaricide bifenthrin on the spider mite predator *Phytoseiulus permisilis* Athias-Heriot (Acari: Phytoseiidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 50, p. 99-105, 2011.

TAMAI, M. A.; ALVES, S. B.; ALMEIDA, J. E. M.; FAION, M. Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Arquivos do INSTITUTO BIOLÓGICO**, v. 69, n. 3, p. 77-84, 2002.

TEHRI, K; GULATI, R; GEROH, M. Damage potential of *Tetranychus urticae* Koch to cucumber fruit and foliage: Effect of initial infestation density. **Journal of APPLIED and Natural Science**, v. 6, n. 1, p. 170-176, 2014.

TIRELLO, P.; POZZEBON, A.; CASSANELLI, S.; VAN LEEUWEN, T.; DUSO, C. Resistance to acaricides in Italian strains of *Tetranychus urticae*: toxicological and enzymatic assays. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 1, p. 53-64, 2012.

TONGNUANCHAN, P.; BENJAKUL, S. Essential oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 7, p. R1231-R1249, 2014.

VAN PUYVELDE, L.; NYIRANKULIZAS, S.; PANEMBICO, R.; BOILY, Y.; GEIZER, I.; SEBIRALI, B.; DE KIMPE, N.; SCHAMP N. Active principles of *Tetradenia riparia* I. Antimicrobial activity of 8 (14), 15- sandaracopimaradiene-7- α ,18-diol. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 17, p. 269-275, 1986.

VAN LEEUWEN, T.; TIRRY, L.; YAMAMOTO, A.; NAUEN, R.; DERMAUW, W. The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 121, p. 12-21, 2015.

VERMA, R. S.; RAHMAN, L.; VERMA, R. K.; CHAUHAN, A.; YADAV, A. K.; SINGH, A. Composição em óleo essencial de hortelã mentolado (*Mentha arvensis*) e hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) em diferentes estágios de crescimento de plantas da

região de Kumaon, no oeste do Himalaia. **Jornal de Acesso Aberto de Plantas Medicinais e Aromáticas**, v. 1, n. 1, p. 13-18, 2010.

VITTI, A. M. S., BRITO, J. O. Óleo Essencial de Eucalipto. **Documentos florestas**, v.17, p. 1-26, 2003.

WASSWA, P.; OLILA, D. The in-vitro ascaricidal activity of selected indigenous medicinal plants used in ethno veterinary practices in Uganda. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, v. 3, n. 2, p. 94-103, 2006.

WEAVER, D. K.; DUNKEL, F. V.; VAN PUYVELDE, L.; RICHARDS, D. C.; FITZGERALD, G. W. Toxicity and protectant potential of the essential oil of *Tetradenia riparia* (Lamiales, Lamiaceae) against *Zabrotes subfasciatus* (Col., Bruchidae) infesting dried pinto beans (Fabales, Leguminosae). **Journal of Applied Entomology**, v. 118, n. 1-5, p. 179-196, 1994.

ZHANG, Z. **Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control**. CABI Publishing, Wallingford, p. 54–56, 2003.

3 TOXICIDADE DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Oxandra nitida* Fries (Annonaceae) e *Tetradenia riparia* (Hochstetter) Codd (Lamiaceae) sobre *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: TETRANYCHIDAE)

RESUMO

O controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) é comumente realizado por acaricidas químicos sintéticos. Deste modo o presente trabalho objetivou avaliar o efeito toxicológico dos óleos essenciais extraídos de folhas de *Oxandra nitida* Fries e Mirra - *Tetradenia riparia* (Hochstetter) Codd sobre *T. urticae*. Os óleos essenciais foram extraídos pelo método de hidrodestilação por arraste de vapor d'água. A análise para identificação dos compostos foi realizada por cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-EM) e a análise quantitativa por cromatografia gasosa com detector de ionização de chamas (CG-FID). A atividade acaricida foi determinada pelos testes de fumigação e contato residual utilizando concentrações estimadas para CL₅₀ e CL₉₀ com 120 ácaros por tratamento, o efeito de dupla escolha e de fecundidade foi estimado a partir das doses subletais dos bioensaios anteriores utilizando 120 ácaros por tratamento. Foram identificados 50 compostos no óleo essencial de *T. riparia* tendo como majoritários: 14-hidroxi-4,5-dihidro-cariofileno (17,30%), 14- hidroxi-(Z)-cariofileno (16,30%) e fenchona (9,07%). Já para o óleo essencial de *O. nitida* foram identificados 35 compostos tendo como majoritários: γ -cadineno (15,80%), spatulenol (12,40%) e β -atlantol (6,86%). Com base nos resultados, os óleos analisados demonstraram efeito toxicológico a *T. urticae* em ambos os testes, fumigação e contato residual, sendo a exposição por fumigação a mais eficiente. A CL₅₀ do bioensaio de fumigação para o óleo de *O. nitida* foi 13,24 $\mu\text{L L}^{-1}$ ar e para o óleo de *T. riparia* foi 13,81 $\mu\text{L L}^{-1}$ ar, porém, o óleo essencial de *T. riparia* obteve melhor resultado com relação a CL₉₀, em que uma menor concentração (28,87 $\mu\text{L L}^{-1}$ ar) do óleo essencial apresentou 90% de mortalidade, considerando o óleo de *T. riparia* mais promissor no controle dessa praga. Para o bioensaio de fecundidade o óleo de *O. nitida* reduziu em 78% o número de ovos fêmea⁻¹ dia⁻¹ e no bioensaio de chance de dupla escolha o ácaro *T. urticae* é repelido por ambos os óleos, independente da dose subletal utilizada. Tanto o óleo de *O. nitida* como o de *T. riparia* podem ser considerados acaricidas utilizados para o controle do ácaro rajado, provocando a mortalidade, repelência e reduzindo a fecundidade, sendo o óleo de *T. riparia* o mais promissor.

Palavras chaves: Ácaro rajado, Fumigação, Voláteis, Repelência, Compostos secundários.

ABSTRACT

The control of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) is commonly performed by synthetic chemical acaricides. In this way the present work aimed to evaluate the toxicological effect of essential oils extracted from Oxandra - *Oxandra nitida* leaves Fries and Mirra - *Tetradenia riparia* (Hochstetter) Codd on *T. urticae*. The essential oils were extracted by the hydrodistillation method by water vapor entrainment. The analysis for identification of the compounds was performed by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS) and quantitative analysis by gas chromatography with flame ionization detector (CG-FID). The acaricide activity was determined by the fumigation and residual contact tests using concentrations estimated for CL₅₀ and CL₉₀ with 120 mites per treatment, the effect of double choice and fecundity was estimated from the sublethal doses of the previous bioassays using 120 mites per treatment. Fifty compounds were identified in *T. riparia* essential oil, with 14-hidroxi-4,5-dihidro-cariofileno (17.30%), 14-hidroxi- (Z)-cariofileno (16.30%) and fenchona (9.07%). For the essential oil of *O. nitida*, 35 compounds were identified: γ -cadineno (15.80%), espatulenol (12.40%) and β -atlantol (6.86%). Based on the results, the oils analyzed showed toxicological effect to *T. urticae* in both tests, fumigation and residual contact, with fumigation exposure being the most efficient. The LC₅₀ of the fumigation bioassay for *O. nitida* oil was 13.24 μ L L⁻¹ air and for *T. riparia* oil was 13.81 μ L L⁻¹ air, however, *T. riparia* essential oil obtained better result in relation to CL₉₀, in which a lower concentration (28.87 μ L L⁻¹ ar) of the essential oil presented 90% mortality, considering the oil of *T. riparia* more promising in the control of this pest. For the bioassay of fecundity *O. nitida* oil reduced by 78% the number of female eggs-1 day-1 and in the double-choice chance bioassay the *T. urticae* mite is repelled by both oils, regardless of the sublethal dose used. Both *O. nitida* and *T. riparia* oil can be considered as acaricides used for the control of the split mite, causing mortality, repellency and reducing fecundity, being *T. riparia* oil the most promising.

Keywords: Brindle mite, Fumigation, Volatiles, Repellency, Secondary compounds.

3.1 INTRODUÇÃO

O ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), é considerado uma das principais pragas agrícolas por causar diversos prejuízos a cultivos convencionais e protegidos como em frutíferas, plantas ornamentais e hortaliças (AMIZADEH et al., 2013; SOUZA et al., 2015). O uso dos acaricidas químicos sintéticos é o mais utilizado devido a fácil manipulação e baixo custo, quando comparado a outros métodos de controle (VAN LEEUWEN et al., 2010). Contudo, doses excessivas e frequentes favorecem a seleção de populações resistentes da praga aos acaricidas sintéticos, além de desenvolver resistência cruzada entre acaricidas com modos de ação diferentes tornando-se problema no manejo da praga (KHALIGHI et al., 2014).

Estudos relacionados ao uso de compostos oriundos do metabolismo secundários de plantas que possuem propriedades acaricidas são avaliados no controle de pragas primárias que são aquelas que ocorrem todos os anos em altas populações causando danos econômicos e as secundárias que ocorrem em baixas populações e raramente causam danos econômicos (KETOH et al., 2005, BRITO et al., 2006, RAJENDRAN; SRIRANJINI, 2008). Compostos naturais obtidos por meio de plantas que apresentem potencial acaricida é um método de controle promissor, pois apresentam menor toxicidade, são mais biodegradáveis quando comparados com os agroquímicos sintéticos, podem reduzir a dependência por agroquímicos sintéticos tóxicos evitando impactos negativos no ambiente e sociedade (OOTANI et al., 2011; TREZZI et al., 2016).

De modo geral, os óleos essenciais vêm sendo alvo de pesquisas visando o descobrimento de novas substâncias tóxicas as diversas pragas que ocorrem nos sistemas agrícolas (PONTES et al., 2007; ZHANG, 2016). Os compostos voláteis são constituídos por alcanos, álcoois, aldeídos e terpenos, como exemplo dos monoterpenos, tornando-se um método de controle promissor no controle de pragas presente em cultivos protegido (FIRESTEIN, 2001).

Mediante a todos estes fatores, há uma crescente busca por métodos de controle que sejam menos agressivos ao agroecossistema e com isso os óleos essenciais têm ganhado destaque devido aos resultados benéficos tanto para o meio ambiente quanto para o controle de pragas em geral, favorecendo assim a introdução de novos compostos no mercado.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A escolha do material vegetal foi baseada nos bioensaios de pré-testes realizados no Núcleo de Manejo Desenvolvimento Científico e Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) em Alegre - ES. As extrações dos óleos essenciais foram realizadas no Laboratório de Fitoquímica e Catálise no Instituto Federal do Espírito Santo (Campus Alegre - ES), a caracterização foi realizada no Centro de apoio a pesquisa (CENAPESQ) e o bioensaio de toxicidade à *T. urticae* no Laboratório de Investigação Química de Inseticidas Naturais, ambos na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife – PE.

3.2.1 Coleta do material vegetal

Foram coletadas folhas frescas de *O. nitida* no fragmento florestal que compõe a Reserva Legal do Polo de Educação Ambiental do IFES – Campus de Alegre - ES (PEAMA), localizado no distrito de Rive pertencente ao município de Alegre - ES (20° 45' 48,5" S e 41° 28' 08.1" O) e de *T. riparia* no distrito de São Pedro de Rates pertencente ao município de Guaçuí - ES (20° 46' 36,48" S e 41° 40' 37,92" O) e as exsiccatas foram depositadas no Herbário Capixaba - CAP, localizado no município de Jerônimo Monteiro - ES sob os códigos LSL et al. 16 e CAP283 respectivamente, *O. nitida* e *T. riparia*.

3.2.2 Obtenção dos óleos essenciais

As extrações dos óleos essenciais de *O. nitida* e *T. riparia* foram realizadas por hidrodestilação, com o aparelho do tipo Clevenger. Em um balão de destilação de 2 L foram adicionados aproximadamente 100g do material vegetal seco e triturado manualmente, e adicionada água destilada ocupando aproximadamente 3/4 do volume do balão. Após 3 horas de ebulição, foi recolhido o óleo essencial e transferidos para microtubos plásticos do tipo Eppendorf® para realizar a centrifugação do óleo separando-o da água, em seguida o óleo puro foi acondicionado em frascos do tipo âmbar e armazenados em refrigerador a 4 °C para manter as características originais até a análise e utilização nos bioensaios. O cálculo de rendimento dos óleos (% p/p) foi calculado a partir do peso do material seco e do óleo extraído.

3.2.3 Identificação dos constituintes voláteis por cromatografia gasosa e espectrometria de massas (CG-EM)

A análise qualitativa de cromatografia gasosa - espectrometria de massas (CG-EM) (220-MS IT GC, Varian, Walnut Creek, CA, EUA) foi realizada utilizando sistema com detector seletivo de massa, espectrômetro de massa em EI 70 Eletrovolts com intervalo de 0,5 com fragmentos de 40 a 550 Daltons, equipado com a coluna capilar de sílica fundida DB-5 apolar (30 m x 0,25 mm x 0,25 μm) (J & W Scientific) e as temperaturas do injetor e do detector foram de 260 °C, com os seguintes parâmetros: gás de arraste = hélio; caudal = 1 mL min⁻¹; modo de divisão (1:30); volume injetado = 1 μl de solução diluída (1/100) de óleo em n-hexano.

3.2.4 Identificação dos constituintes voláteis por cromatografia gasosa acoplada a detector de ionização de chamas (CG-FID)

A análise quantitativa de CG (500 GC, PerkinElmer Clarus, Shelton, CO, EUA) foi realizada utilizando um aparelho equipado com um detector de ionização de chama (FID) e uma coluna capilar de sílica fundida DB-5 semipolar (30 m x 0,25 mm x 0,25 μm) (J & W Scientific). A temperatura do forno foi programada de 60 a 240 °C a taxa de 3 °C min⁻¹. As temperaturas do injetor e do detector foram de 260 °C. Utilizou-se hidrogênio como gás de arraste a uma vazão de 1 mL min⁻¹ no modo divisão (1:30). O volume de injeção foi de 0,5 μl de solução diluída (1/100) de óleo em n-hexano. A quantidade de cada composto foi calculada a partir de áreas de pico GC-FID na ordem de eluição da coluna DB-5 e expressa como uma percentagem relativa da área total dos cromatogramas.

3.2.5 Identificação dos componentes

A identificação dos componentes foi baseada nos índices de retenção CG-FID com referência a série homóloga de n-alcenos C₈-C₄₀ calculados usando a equação de Van der Dool e Kratz (1963) e por computador combinando com a biblioteca espectral de massa do sistema de dados CG-MS (NIST 11 e WILEY 11th) e co-injeção com padrões autênticos, bem como outros espectros de massa publicados (ADAMS, 2007). Os percentuais de área foram obtidos a partir da resposta CG-FID sem o uso de um padrão interno ou fatores de correção.

3.2.6 Metodologia de criação de *Tetranychus urticae*

A população de *T. urticae* foi obtida da criação estoque do Laboratório de Acarologia Agrícola do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), oriunda do município de Piracicaba – SP em 2001 e mantida sem exposição a acaricidas. Posteriormente, os ácaros foram transferidos para o Laboratório de Produtos Naturais Bioativos localizado no Departamento de Agronomia da UFRPE, sendo multiplicados em plantas de feijão de porco, *Canavalia ensiformes* L. (Leguminosae) mantidas à temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $65 \pm 5\%$ e 12 horas de fotofase.

3.2.7 Bioensaio de *T. urticae*

Primeiramente, em condições climáticas controladas (temperatura: $25 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$; umidade relativa: $65 \pm 5\%$ e; fotoperíodo: 12 horas) foram realizados testes preliminares com os óleos essenciais de Mirra - *T. riparia* e Oxandra - *O. nitida* com intuito de estimar as concentrações que causam mortalidade entre 5 e 90% dos ácaros. Dessa forma e com base nos dados obtidos, foram estabelecidos de sete a dez intervalos de concentração para os respectivos óleos analisados.

3.2.8 Atividade acaricida dos óleos essenciais por fumigação

O método de fumigação utilizado para avaliar o efeito de toxicidade dos óleos essenciais de Mirra (*T. riparia*) e Oxandra (*O. nitida*) sobre *T. urticae* foi o descrito por Pontes et al. (2007) com modificações. Foram utilizados recipientes de vidro com capacidade de 1 L como câmaras de teste de fumigação. No interior de cada câmara de fumigação foi acondicionada uma placa de Petri (9 cm) composta por disco de papel filtro embebido em água destilada, para manter a turgidez do disco foliar (2,5 cm) de feijão de porco e evitar a fuga dos ácaros. Cada placa de Petri continha quatro discos foliares de feijão de porco e com o auxílio de um pincel de cerdas finas foram transferidas 10 fêmeas adultas (0 – 10 dias) de ácaro rajado para cada disco. O experimento foi composto por quatro repetições, totalizando 120 ácaros por tratamento. Para cada concentração dos óleos analisada, afixou-se uma fita de papel filtro (5 x 3 cm) na parte inferior da tampa do recipiente de vidro e em seguida, com auxílio de uma pipeta automática realizou-se a deposição das respectivas concentrações dos óleos essenciais, a saber: óleo essencial de *T. riparia* (3; 5; 9; 11; 15; 19; 25; 33; 44 $\mu\text{l L}^{-1}$ ar) e de *O. nitida* (5; 8; 10; 13; 16; 20; 25; 32 $\mu\text{l L}^{-1}$ ar). Após a aplicação dos óleos nas respectivas concentrações pré-determinadas, as câmaras de fumigação foram vedadas

com suas respectivas tampas e envolvidas externamente com filme plástico (PVC) para garantir uma câmara hermeticamente fechada. Em seguida, foram devidamente identificadas e acondicionadas em sala climatizada (temperatura: 25 ± 1 °C; umidade relativa: $65 \pm 5\%$ e; fotoperíodo: 12 horas). A testemunha foi mantida em frasco de vidro contendo os ácaros, sem nenhuma exposição aos óleos essenciais. A mortalidade aferida após 24h para todos os tratamentos. A mortalidade foi avaliada com o auxílio de microscópio estereoscópico e um pincel de cerdas finas e macias (nº 00) e foram considerados mortos os ácaros incapazes de se movimentarem após um leve toque com o pincel.

3.2.9 Efeito residual dos óleos essenciais sobre *T. urticae*

O método utilizado para avaliar a ação dos óleos essenciais foi o descrito por Neves e Câmara (2016), com algumas alterações. Foram utilizadas placas de Petri de 10 cm de diâmetro contendo meio de cultura (água + ágar). As concentrações feitas a partir dos óleos essenciais de *O. nitida* (6,25; 12; 14; 18; 22; 27; 33; 41; 50; 75 $\mu\text{L mL}^{-1}$) e *T. riparia* (6,25; 13; 16; 33; 40; 48; 57; 69; 83; 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$) avaliando a mortalidade de 5 a 90% de cada concentração avaliada. As concentrações foram preparadas através da diluição do óleo em água destilada utilizando dimetilsulfóxido - DMSO (Fabricante: Dinâmica Química Contemporânea LTDA e Lote: 80605) como dispersante e wil fix (Fabricante: Charmon Destyl Indústria Química e Lote: 033.15.2000) como fixador adesivo. Para cada tratamento os discos foliares de feijão de porco de 2,5 cm de diâmetro foram embebidos em sua respectiva solução e colocados para secar em temperatura ambiente por 20 minutos, após a secagem os discos foram colocados individualizados no fundo de cada placa de Petri, contendo quatro disco foliar por placa. Os discos foliares do controle foram tratados apenas com água destilada contendo DMSO e wil fix. Após esse processo, embebição das soluções e secagem dos discos foliares, 10 fêmeas adultas (0 – 10 dias) do ácaro foram transferidas para cada disco foliar e as placas foram mantidas em condições climáticas controladas (temperatura: 25 ± 1 °C; umidade relativa: $65 \pm 5\%$ e; fotoperíodo: 12 horas). O experimento foi composto por quatro repetições, totalizando 120 ácaros por tratamento e a mortalidade foi avaliada após 24 e 48h com o auxílio de microscópio estereoscópico e um pincel de cerdas finas e macias (nº 00). Os ácaros mortos foram considerados àqueles incapazes de se movimentarem após um leve toque com o pincel.

3.2.10 Bioensaio de fecundidade

O efeito dos vapores dos óleos de *O. nitida* e *T. riparia* sobre a fecundidade de *T. urticae* (oviposição) foi determinado usando o mesmo método do bioensaio de fumigação baseado em Pontes et al. (2007) como descrito anteriormente com 10 fêmeas adultas (0 – 10 dias) do ácaro. As menores concentrações foram utilizadas da seguinte forma: 3 $\mu\text{L L}^{-1}$ ar para o óleo de *O. nitida* e 5 $\mu\text{l L}^{-1}$ ar para o óleo de *T. riparia*. Imediatamente após a aplicação do óleo a câmara de fumigação foi fechada e envolta com filme plástico (PVC). Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com um total de 12 repetições, totalizando 120 ácaros por concentração. O número de ovos nos tratamentos e controles foi registrado após 24 horas com o auxílio de um microscópio estereoscópico.

3.2.11 Bioensaio de dupla escolha

O método de chance de dupla escolha foi adaptado de Aslan et al., (2004), a chance de dupla escolha foi realizada utilizando arenas de placas de Petri (10 cm de diâmetro) contendo meio de cultura a 1% (água + ágar). Em cada placa de Petri foram colocados dois discos foliares de feijão de porco (2,5 cm de diâmetro), um tratado e o outro não tratado, unidos por uma lamínula de vidro (18 mm). O experimento foi realizado em triplicata, com seis repetições, totalizando 120 ácaros por tratamento (CL). Cada disco foliar considerado tratado foi imerso nas respectivas soluções (água destilada + óleo essencial + wil fix + DMSO) referente ao tratamento com concentrações subletais do óleo essencial de *T. riparia* (CL₀₁: 5 $\mu\text{L mL}^{-1}$; CL₀₅: 8 $\mu\text{l L}^{-1}$; CL₁₀: 11 $\mu\text{l L}^{-1}$) e *O. nitida* (CL₀₁: 22 $\mu\text{l L}^{-1}$; CL₀₅: 27 $\mu\text{l L}^{-1}$; CL₁₀: 30 $\mu\text{l L}^{-1}$), os discos foliares do controle foram imersos em soluções constituídas por água destilada, wil fix e DMSO, após a imersão dos discos foliares estes foram colocados para secar por 20 minutos em temperatura ambiente. Posteriormente, foram liberadas 30 fêmeas adultas (0 - 10 dias) no centro da lamínula com auxílio de um pincel de cerdas finas (número 00) e os tratamentos acondicionados em sala climatizada (temperatura: 25 ± 1 °C; umidade relativa: $65 \pm 5\%$ e; fotoperíodo: 12 horas). Após 12, 24 e 48 horas foram contabilizados o número de ácaros e ovos presentes no disco tratado e não tratado (controle). Os ácaros presentes no disco não tratado foram considerados repelidos pelo óleo essencial.

3.2.12 Análise dos dados

Para estimar as curvas concentração-resposta, bem como a concentração letal (LC_{50}) de cada óleo, os dados de mortalidade foram submetidos à análise de PROBIT (FINNEY, 1971). Os dados de fecundidade foram submetidos à análise de variância utilizando-se ANOVA PROC com as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e os dados de preferência alimentar foram submetidos ao teste t utilizando o PROCTTEST SAS, sendo as médias comparadas pelo teste do qui-quadrado, todos os dados foram estimados pelo software Statistical Analysis System (SAS Institute, 2002).

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização dos óleos essenciais

O rendimento do óleo essencial é um fator levado em consideração na escolha do mesmo, pois o material vegetal que apresente baixo rendimento torna-se inviável para extração. O óleo essencial de folhas de *T. riparia* após a extração apresentou rendimento médio de 1,24 % (m/m^{-1}) em relação à massa seca das folhas.

Cromatograma das substâncias identificadas na composição do óleo essencial de *T. riparia*, no qual os picos maiores indicam os compostos majoritários deste óleo (Figura 1).

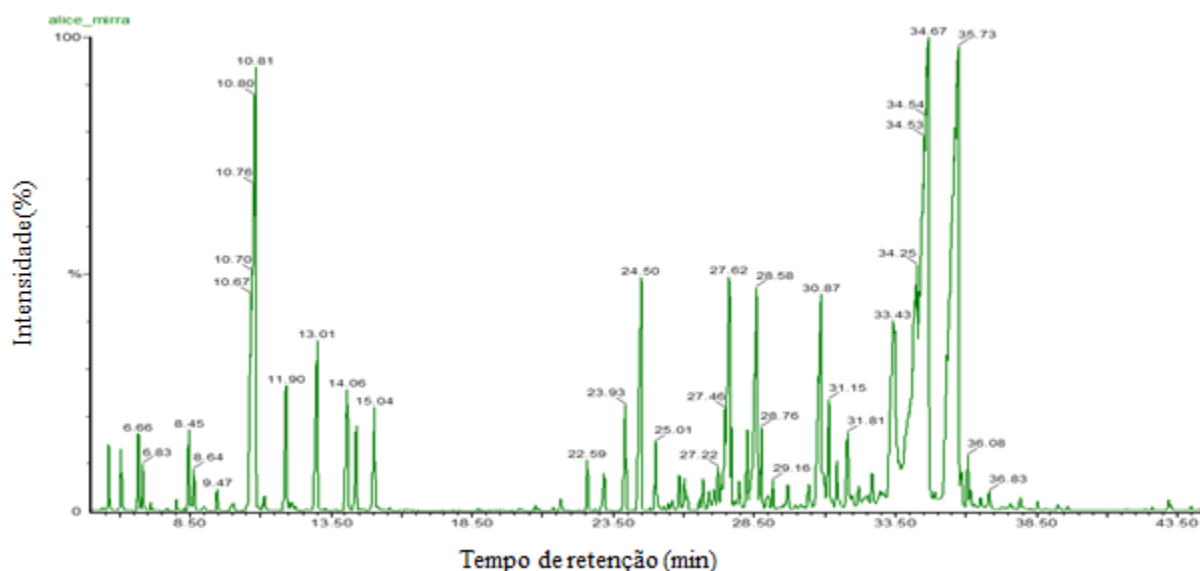


Figura 1. Cromatograma do óleo essencial de folhas de *Tetradenia riparia* obtido no aparelho de GC-MS.

Foram identificadas 36 compostos químicos pela biblioteca do CG-MS encontram-se listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do óleo essencial de folhas de *Tetradenia riparia*

Compostos	^a IRC	^b IRL	% Área relativa
α -Pinoeno	929	932	0,27
(Z)- β -Ocimeno	1027	1032	0,55
1,8-cineol	1030	1026	0,26
Fenchona	1087	1083	9,07
<i>exo</i> -Fechol	1119	1118	1,14
Canfor	1145	1141	1,85
Acetato Santolinil	1171	1171	1,29
Santalone	1179	1177	0,66
γ -Terpinol	1194	1199	0,87
α -Copaeno	1370	1374	0,41
Elemeno	1384	1389	0,40
(Z)-Cariofileno	1403	1408	1,00
(E)-Cariofileno	1415	1417	3,08
<i>α-trans</i> -Bergamotene	1427	1432	0,58
α -Humuleno	1448	1452	0,26
Dauca-5,8-dieno	1468	1471	0,24
Widdra-2,4(14)-diene	1481	1481	0,31
δ -Selineno	1491	1492	2,60
Cis- β -guaieno	1493	1492	0,54
Cubenol	1510	1514	0,59
β -curcumeno	1515	1514	3,26
endo-1-bourbonanol	1519	1518	0,59
Trans-cadina-1,4-dieno	1529	1533	0,22
α -Agarofurano	1544	1548	0,18
Germacreno D-4-ol	1573	1575	3,73
Gleenol	1582	1586	1,00
Helifolen-12-al A	1587	1592	0,43
Widdrol	1597	1599	0,75
Helifoleno-12-al D	1620	1619	0,30
<i>epi</i> - α -muurolol	1640	1640	3,98
α -cadinol	1656	1652	6,52
14-hidroxi-(Z)-Cariofileno	1670	1669	16,30
14-hidroxi-4,5-dihidro-Cariofileno	1701	1706	17,30
13- <i>epi</i> -dolabradieno	1982	2000	5,89
Oroselone	2152	2152	0,79
Incensole acetato	2181	2184	9,57
Total			96,78
Monoterpenos			15,96
Sesquiterpenos			71,25
Diterpenos			9,57

^aIRC = Índices de retenção calculados a partir dos tempos de retenção em relação a uma série de n-alcenos em uma coluna capilar de 30m DB-5. ^bIRL = Índices de retenção linear da literatura (ADAMS 2007).

O óleo essencial de *T. riparia* obteve um total de 96,78% dos compostos identificados, sendo 71,25% sesquiterpenos, 15,96 monoterpenos e 9,57% diterpenos (Tabela 1). Dentre estes quatro são majoritários, identificados como sesquiterpenos: 14-hidroxi-4,5-dihidro-cariofileno (17,30%), 14-hidroxi-(Z)-cariofileno (16,30%), α -cadinol (6,52%) e monoterpenos: fenchona (9,07%), respectivamente (Tabela 1). As estruturas químicas estão representadas pela Figura 2.

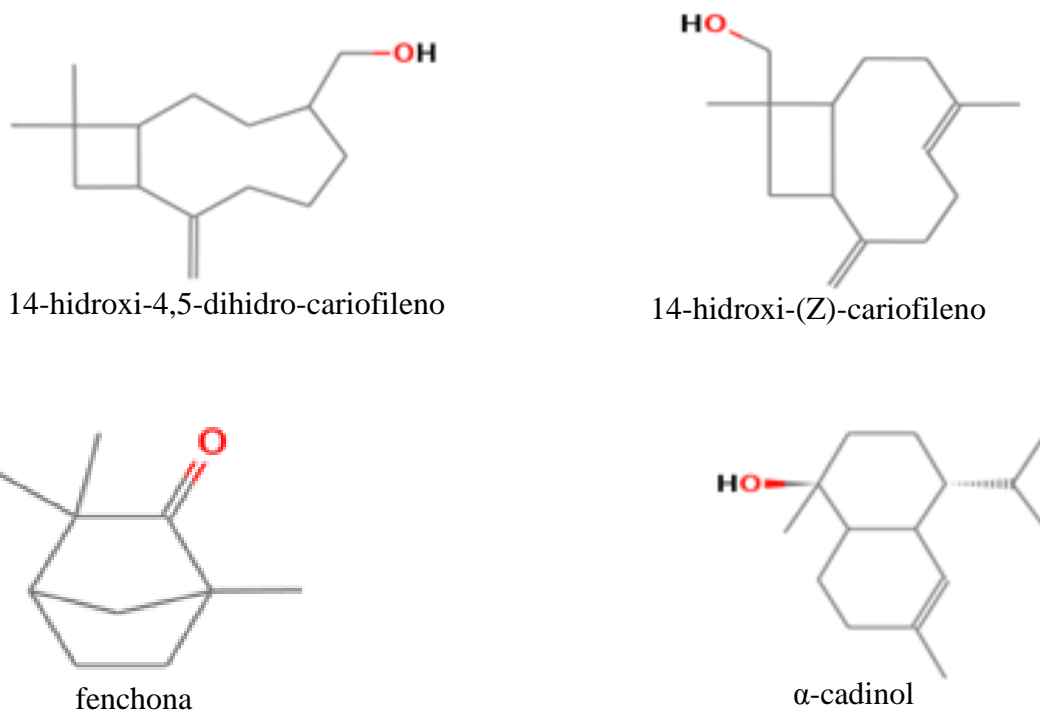


Figura 2. Estrutura química dos principais componentes majoritários do óleo essencial de folhas de *Tetradenia riparia*.

Fonte: Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia

O óleo essencial da planta *O. nitida* após a extração apresentou rendimento médio de 1,07% (m/m^{-1}) em relação a massa seca das folhas.

A figura 3 ilustra o cromatograma do óleo essencial *O. nitida* e as substâncias identificadas pela biblioteca do CG-MS encontram-se listadas na Tabela 2.

Foram identificados 51 compostos químicos a partir de análise de GC/MS do óleo essencial de *O. nitida* (Tabela 2).

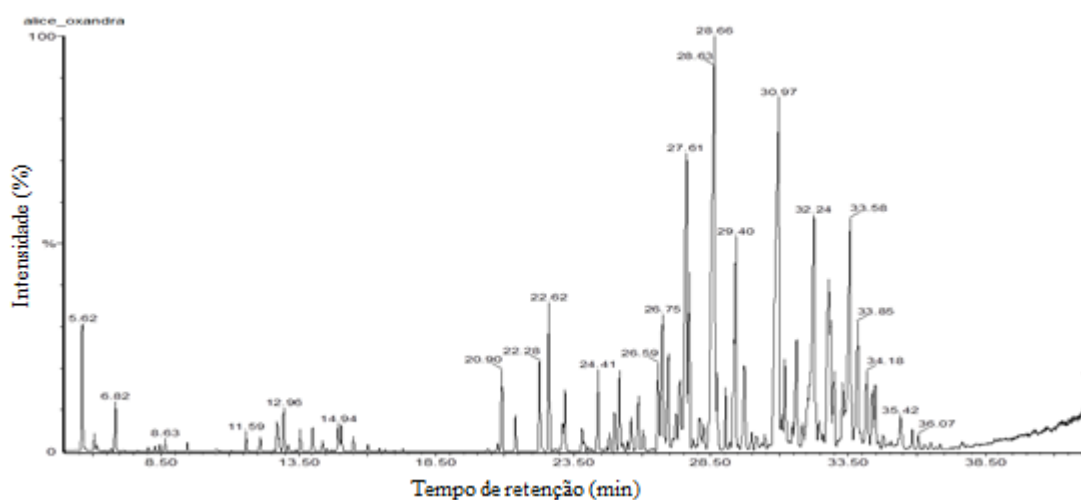


Figura 3. Cromatograma do óleo essencial de folhas de *Oxandra nitida* obtido no aparelho de GC-MS.

Tabela 2. Composição química do óleo essencial de folhas de *Oxandra nitida*

Compostos	^a IRC	^b IRL	% Área relativa
Triciclano	925	921	1,57
α -pineno	929	932	0,59
Limoneno	1029	1024	0,15
(Z)-isocitral	1154	1160	0,61
Pinocarvono	1159	1160	0,29
<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	1169	1166	0,33
Mirtenol	1200	1195	0,19
δ -elemeno	1330	1335	1,16
α -cubebeno	1342	1345	0,50
Ciclosativeno	1365	1369	1,61
α -Copaeno	1370	1374	2,33
β -cubebeno	1384	1387	0,34
β -elemeno	1384	1389	0,84
β -cariofileno	1415	1417	1,36
β -cedreno	1423	1419	0,27
α -trans-bergamoteno	1427	1432	0,58
α -guaiano	1433	1437	1,25
6,9-guaiadieno	1442	1442	0,56
α -humuleno	1448	1452	0,91
Alo-aromadendreno	1455	1458	0,28
Cis-cadina-1(6),4-dieno	1466	1461	1,26
9-epi-(E)-cariofileno	1468	1464	2,24
γ -muuroleno	1475	1478	1,61
γ -himachaleno	1481	1481	0,43

Tabela 2. Composição química do óleo essencial de folhas de *Oxandra nitida*

(continuação)			
Compostos	^aIRC	^bIRL	% Área relativa
Germacreno D	1485	1484	1,06
patchoulene	1498	1502	2,17
β -bisaboleno	1499	1505	0,16
δ -amorfeno	1513	1511	0,57
γ -cadineno	1515	1513	15,80
δ -cadineno	1519	1522	1,07
trans-Cadina-1,4- dieno	1536	1533	3,79
α -calacoreno	1544	1544	1,89
Elemol	1550	1548	0,32
Trans-dauca-4(11),7-dieno	1554	1556	0,31
β -calacoreno	1563	1564	0,16
Spatulenol	1575	1577	12,40
Óxido de Cariofileno	1579	1582	0,18
Gleenol	1581	1586	1,21
ν Viridiflorol	1588	1592	0,29
Guaiol	1596	1600	2,13
Ledol	1598	1602	0,26
β -Atlantol	1608	1608	6,86
1,10-di-epi-cubebol	1623	1618	5,60
Trans-isolongifolanono	1628	1625	1,52
1-epi-cubenol	1630	1627	0,86
Hinesol	1644	1640	6,51
Cubenol	1648	1645	2,91
Pogostol	1658	1651	1,43
14-hidroxi-9-epi-(E)-cariofileno	1668	1668	0,97
Guaia-3,10(14)-dien-11-ol	1671	1676	0,74
Total			97,39
Monoterpenos			3,73
Sesquiterpenos			93,66

^aIRC = Índices de retenção calculados a partir dos tempos de retenção em relação a uma série de n-alcanos em uma coluna capilar de 30m DB-5. ^b IRL = Índices de retenção linear da literatura (ADAMS 2007).

O óleo essencial de *O. nitida* obteve um total de 97,39% compostos identificados, sendo 93,66% sesquiterpenos e 3,73% monoterpenos (Tabela 2). Dentre estes quatro são majoritários, identificados como sesquiterpenos: γ -cadineno (15,80%), spatulenol (12,40%), β -atlantol (6,86%), e hinesol (6,51%), respectivamente (Tabela 2). As estruturas químicas são representadas pela Figura 4.

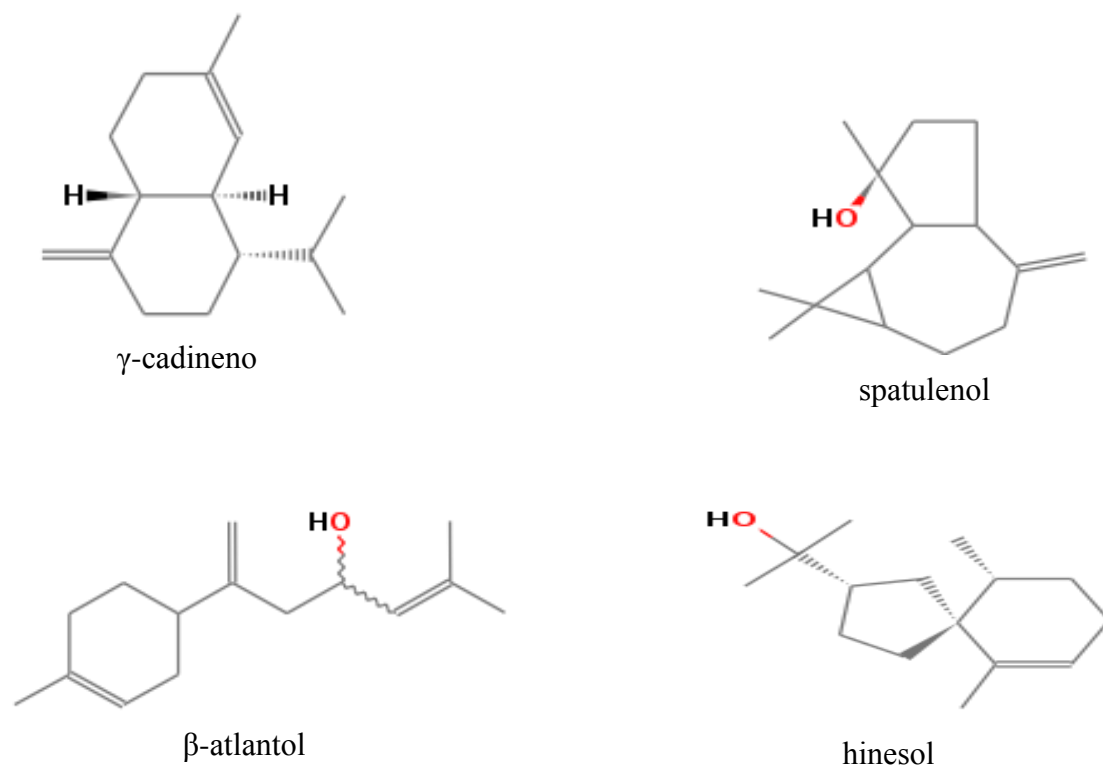


Figura 4. Estruturas químicas dos principais componentes majoritários do óleo essencial de folhas de *Oxandra nitida*.

Fonte: Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia

4.2 Atividade acaricida dos óleos essenciais sobre *T. urticae*

4.2.1 Concentração-resposta dos óleos essenciais por fumigação e contato residual

Os valores de inclinação das curvas de concentração resposta e concentrações letais (CL_{50} e CL_{90}) calculados para os óleos essenciais de *O. nitida* e *T. riparia* sobre *T. urticae* utilizando o bioensaio de fumigação estão representadas na Tabela 3.

Tabela 3. Estimativa da concentração letal dos óleos essenciais de folha das espécies vegetais *Oxandra nitida* e *Tetradenia riparia* sobre fêmeas adultas de *Tetranychus urticae*. Temp.: 25 ± 1 °C, UR 65 ± 5 % e 12 h de fotofase.

Óleo essencial	N	GL	Inclinação \pm EP	CL ₅₀ (μ L mL ⁻¹) (IC 95%)	CL ₉₀ (μ L mL ⁻¹) (IC 95%)	χ^2	P-valor
<i>Oxandra nitida</i>	1265	7	2,63 \pm 0,14	13,24 (12,34-14,19)	40,68 (36,10 – 46,94)	0,23	9,35
<i>Tetradenia riparia</i>	917	6	4,00 \pm 0,24	13,81 (13,07-14,59)	28,87 (26,37- 32,24)	0,34	6,70

N = Número de ácaros usados no ensaio; GL = Grau de liberdade; EP= Erro padrão da média; CL= Concentração letal; IC= Intervalo de confiança; χ^2 = Qui-quadrado.

A curva de concentração de mortalidade para o óleo de *T. riparia* foi o que apresentou maior inclinação ($4,00 \pm 0,24$) (Tabela 3).

Os dois óleos avaliados apresentam toxicidade sobre fêmeas adultas de *T. urticae* (Tabela 3). Observando as CL₅₀ estimadas dos óleos essenciais, verifica-se uma sobreposição dos intervalos de confiança, indicando que não diferem entre si, ou seja, a concentração utilizada não interferiu na mortalidade dos ácaros.

O óleo essencial de *O. nitida* apresentou CL₅₀ = 13,24 μ L L⁻¹ de ar e CL₉₀ = 40,68 μ L L⁻¹ de ar enquanto que o óleo de *T. riparia* apresentou CL₅₀ = 13,81 μ L L⁻¹ de ar e CL₉₀ = 28,87 μ L L⁻¹ de ar, indicando que população do ácaro é mais suscetível ao óleo de *T. riparia* por promover a mortalidade de 90% das fêmeas de *T. urticae* na menor concentração (28,97 μ L L⁻¹ de ar).

Os valores de inclinação das curvas de concentração resposta e concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) calculados para os óleos essenciais de *O. nitida* e *T. riparia* sobre *T. urticae* utilizando o bioensaio de contato residual avaliadas com 24 e 48 horas estão representadas na Tabela 4.

Tabela 4. Estimativa da concentração letal através da ação residual de óleos essenciais das espécies vegetais *Oxandra nitida* e *Tetradenia riparia* sobre fêmeas adultas de *Tetranychus urticae*. Temp.: 25 ± 1 °C, UR 65 ± 5 % e 12 h de fotofase.

Óleo essencial	T	N	GL	Inclinação \pm EP	CL ₅₀ (μ L mL ⁻¹) (IC 95%)	CL ₉₀ (μ L mL ⁻¹) (IC 95%)	χ^2	P-valor
<i>Oxandra nitida</i>	24	914	6	$3,85 \pm 0,19$	41,55 (38,78 – 44,53)	89,30 (81,16 – 99,71)	6,44	0,38
	48	1132	8	$3,32 \pm 0,16$	32,98 (30,83 – 35,15)	80,07 (73,24 – 88,82)	9,45	0,31
<i>Tetradenia riparia</i>	24	1299	9	$3,08 \pm 0,15$	29,15 (27,31 – 31,05)	76,01 (69,11 – 84,87)	13,92	0,13
	48	1190	8	$2,61 \pm 0,15$	25,08 (23,40 – 26,91)	77,39 (67,56 – 91,42)	12,08	0,15

T= Tempo; N = número de ácaros usados no ensaio; GL = grau de liberdade; EP= erro padrão da média; CL= concentração letal; IC= intervalo de confiança; χ^2 = qui-quadrado.

A curva de concentração de mortalidade para o óleo de *O. nitida* apresentou maior inclinação em relação ao tempo de exposição, $3,85 \pm 0,19$ para 24 horas e $3,32 \pm 0,16$ em 48 horas, já o óleo de *T. riparia* apresentou inclinação de $3,08 \pm 0,15$ em 24 horas e $2,61 \pm 0,15$ em 48 horas (Tabela 4), indicando que quanto maior o valor de inclinação da curva mais rápida é a ação daquele óleo sobre o ácaro.

Não foi verificada sobreposição dos intervalos de confiança das CL₅₀ nas avaliações de 24 e 48 horas dos óleos essenciais avaliados, indicando que as curvas de concentração-mortalidade foram diferentes, ou seja, houve aumento da mortalidade com relação ao aumento do tempo de exposição dos óleos (Tabela 4).

O óleo de *O. nitida* apresentou CL₉₀ de $89,30 \mu\text{L mL}^{-1}$ em 24 horas e $80,07 \mu\text{L mL}^{-1}$ em 48 horas, enquanto que o óleo de *T. riparia* apresentou CL₉₀ de $76,01 \mu\text{L mL}^{-1}$ em 24 horas e $77,39 \mu\text{L mL}^{-1}$ em 48 horas, ou seja, comprovando que após 24 horas de exposição o óleo de *T. riparia* já tem efeito tóxico ao ácaro usando uma menor concentração ($76,01 \mu\text{L mL}^{-1}$).

4.2.2 Efeito fumigante dos óleos essenciais sobre a fecundidade de *T. urticae*

Os valores percentuais de redução da fecundidade de ácaros fêmeas *T. urticae* para os óleos essenciais de *O. nitida* e *T. riparia* utilizando as menores doses do bioensaio de contato residual avaliadas com 24 e 48 horas estão representadas na Tabela 5.

Tabela 5. Fecundidade de *Tetranychus urticae* exposto aos óleos essenciais de folhas de *Oxandra nitida* e *Tetradenia riparia*.

Bioensaio	Óleo essencial	N	Ovos fêmea ⁻¹ dia ⁻¹ (média ± SE)	R.F (%)	p-valor
	Controle negativo	40	3,30 ± 0,57 a*	-	
Fumigante	<i>Oxandra nitida</i>	40	0,70 ± 0,28 c	78,78	0,0447
	<i>Tetradenia riparia</i>	40	1,93 ± 0,77 b	41,51	

N: número de ácaros fêmeas; SE: Erro padrão; R.F: redução da fecundidade. *Médias seguidas pela mesma letra não são diferente significativamente (teste de Tukey, p <0,05).

A média de ovos por fêmea quando submetido ao óleo de *O. nitida* foi 0,70 ovos fêmea⁻¹ dia⁻¹, apresentando redução de 78% do número de ovos ovipositados pelo ácaro fêmea, já para o óleo de *T. riparia* a quantidade de ovos por fêmea foi de 1,93 ovos fêmea⁻¹ dia⁻¹ com redução de apenas 41% do número de ovos (Tabela 4). Ambos reduziram a oviposição, embora que em porcentagens diferentes. Logo *O. nitida* foi mais eficiente.

4.2.3 Efeito dos óleos essenciais sobre a chance de escolha de *T. urticae*

A avaliação do bioensaio de chance de dupla escolha foi realizada em tempos diferentes (12; 24 e 48 horas), porém não houve diferença com relação à preferência alimentar, ou seja, em até 48 horas a resposta da repelência em relação a *T. urticae* foi à mesma.

Na figura 5, apresenta o efeito comportamental do óleo essencial na preferência alimentar do *T. urticae*. Observa-se que independente das três concentrações avaliadas, o óleo de *O. nitida* interferiu na preferência alimentar do *T. urticae*, estimulando a praga a deslocar-se para os discos foliares não tratados com o óleo de *O. nitida*.

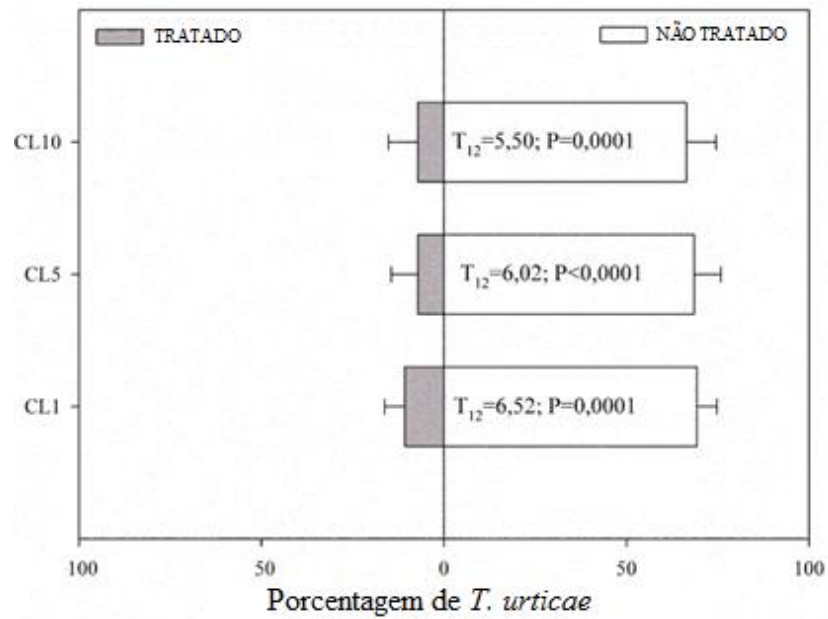


Figura 5. Preferência de *T. urticae* em folha de feijão de porco exposto ao óleo essencial de *Oxandra nitida* por 48 horas.

Para o óleo essencial de *T. riparia*, observa-se o mesmo comportamento apresentado para óleo de *O. nitida*. Ou seja, independente das três concentrações utilizadas, o *T. urticae* é estimulado a se alimentar das folhas não tratadas com o óleo de *T. riparia* (Figura 6).

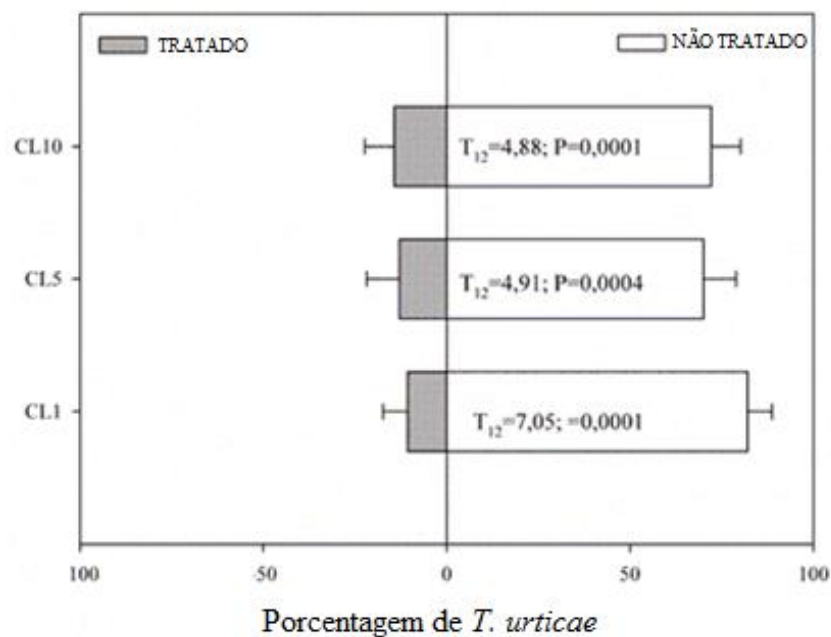


Figura 6. Preferência de *Tetranychus urticae* em folha de feijão de porco exposto ao óleo essencial de *Tetradenia riparia* por 48 horas.

5. DISCUSSÃO

Há uma diversidade de espécies vegetais que proporcionam o descobrimento de novas moléculas com potencial inovador com uso em larga escala na agricultura e no controle de pragas agrícolas. Os óleos essenciais apresentam em sua composição química constituintes com diferentes proporções, a identificação de cada composto facilita a avaliação da atividade acaricida possibilitando a seleção de novas substâncias bioativas para serem utilizadas na formulação de novos acaricidas para controle do ácaro praga.

A espécie vegetal *T. riparia* utilizada neste estudo estava inserida em cultivo a pleno sol e apresentou rendimento médio de óleo essencial superior ao encontrado por Araujo et al. (2018), ao verificar que locais com 30 e 50% de sombreamento influenciaram diretamente no rendimento dos óleos, apresentando rendimento de 0,26% e 0,22% respectivamente, ou seja, o ambiente com maior luminosidade influenciou no rendimento do óleo. Alguns fatores influenciam na composição e acúmulo de óleo essencial, dentre eles estão a sazonalidade, altitude, temperatura, índice pluviométrico, ritmo circadiano, radiação UV, composição atmosférica, ataque de insetos e patógenos, idade da planta, disponibilidade de água, presença de macro e micro nutrientes no solo (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). O conhecimento destes fatores é imprescindível durante o processo de escolha e coleta da planta a ser avaliada.

A composição química do óleo essencial de *T. riparia* caracterizada por outros autores apresentou alguns dos compostos químicos presentes na Tabela 1, como exemplo o α -pinene, fenchone, camphor, α -copaene, (z)- β -ocimene, (e)-caryophyllene, α -trans-bergamotene, α -humulene, widdra-2,4(14)-diene, cubenol, *epi*- α -muurolol, α -cadinol, e o composto fenchone foi um dos compostos majoritários presentes nas análises de composição química (ARAÚJO et al., 2018; CAMPBELL et al., 1997; GAZIM et al 2010; MELO et al., 2015; OMOLO et al., 2004).

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que os compostos sesquiterpenos encontrados em ambos os óleos essenciais foram o que apresentaram maior área relativa, indicando que há uma maior porcentagem de compostos do grupo sesquiterpenos. O composto fenchona foi encontrado como majoritário para o óleo de *T. riparia*, o mesmo foi encontrado por Gazim et al. (2010) em que o fenchona apresentou área de 12,67%.

Embora a espécie seja a mesma o rendimento e composição do óleo não necessariamente será o mesmo. Esta variação na composição dos óleos essenciais está relacionada aos estímulos ambientais que podem mudar o sentido da rota metabólica da planta influenciando na produção de diferentes compostos (MORAIS, 2009). Além dos fatores citados anteriormente o rendimento e a composição do óleo pode variar de acordo com a espécie, família, horário, parte da planta coletada, período e local de coleta (MELO, 2017).

A espécie em estudo *O. nitida* apresentou rendimento médio de 1,07% de área relativa, valor superior as espécies *Oxandra sessiflora* e *Oxandra lanceolata*, em que a *O. sessiflora* apresentou rendimento de 0,28% tendo como compostos majoritário o spatulenol (SILVA et al., 2013; SOUSA et al., 2014) e a *O. lanceolata* rendimento de 0,7%, porém em sua composição foram identificados como compostos majoritários o spatulenol (13,9%), α -pinene (7,6%), limonene (6,6%) e β -pinene (5,6%) (PINO et al., 2005), indicando que a espécie *O. nitida* foi a que obteve maior rendimento de óleo, considerada uma espécie promissora para a extração quando comparada as demais espécies.

Por meio da prática medicinal popular para repelir mosquitos, o composto spathulenol foi encontrado e isolado da espécie *Callicarpa americana* Linnaeus (Lamiaceae), e considerado promissor como repelente de *Aedes aegypti* e *Anopheles stephensi*. (Culicidae). O mesmo foi observado ao isolar o composto spathulenol de *Matricaria discoidea* (Ascteraceae) (CANTREL et al., 2005; CANTRELL et al., 2018). A quantidade de compostos majoritário presente no óleo essencial pode influenciar diretamente na qualidade e atividade biológica, por isso são necessários testes biológicos para avaliar a ação destes compostos assim como a caracterização química, pois a partir da identificação dos compostos majoritários será possível caracterizar as propriedades dos óleos essenciais e identificar os quimiotipos, e apesar dos minoritários serem produzidos no final da rota metabólica podem atuar sinergicamente com as demais substâncias definindo assim a propriedade biológica (BAKKALI et al., 2008; MORAIS, 2009; PICHERSKY et al., 2006).

As inclinações das curvas de concentração resposta dos tratamentos apresentaram variações entre si. Na tabela 3 observa-se que o óleo de *T. riparia* apresentou maior valor de inclinação da curva em relação ao óleo de *O. nitida*. A inclinação da curva de

mortalidade está relacionada à variabilidade genética dos indivíduos de uma população (KERNS; GAYLOR, 1992), e uma menor inclinação indica maior variabilidade genética com maior heterogeneidade de resposta ao tratamento (SIQUEIRA et al., 2000), sugerindo que a praga é mais tolerante ao óleo de *O. nitida* do que de *T. riparia* aplicado. Fernandez et al. (2014) ao avaliar a atividade larvicida do óleo essencial de *T. riparia* no controle de larvas de mosquito da dengue *Aedes aegypti* (Culicidae) conclui que o mesmo pode ser considerado um larvicida natural eficiente no combate das larvas do mosquito.

Os resultados encontrados para o efeito da fumigante dos óleos essenciais avaliados foram promissores no controle de *T. urticae*, pois uma menor concentração do óleo de *T. riparia* é suficiente para matar 90% dos indivíduos desta população, o mesmo foi encontrado por Neves e Camara (2016) que concluíram que *T. urticae* foi mais suscetível aos óleos cítricos pelo método de fumigação.

No bioensaio de efeito residual observa-se que também houve variação entre os valores de inclinação da curva, em que o óleo de *O. nitida* apresentou maior inclinação (Tabela 4). A inclinação da curva com altos valores indicam que uma pequena variação na concentração do produto promove grande variação na mortalidade da praga (SCHMIDT, 2002), com base na concentração letal média (CL₅₀) conclui-se que independente do óleo essencial utilizado o efeito de mortalidade será o mesmo.

Os resultados apontam que o efeito residual do óleo de *T. riparia* foi maior quando relacionado ao de *O. nitida*, pois uma menor concentração matou 90% dos indivíduos da população em até 48 horas (Tabela 4), indicando que o óleo de *T. riparia* independente do tempo de exposição obteve efeito residual maior sobre *T. urticae*. Este resultado pode estar relacionado com a quantidade de compostos monoterpenos identificados no óleo de *T. riparia* (Tabela 1). De acordo com Pavela et al. (2016) quanto maior a parcela de monoterpenos oxigenados presente no óleo essencial mais eficaz é aquele óleo, o que confirma Zhang et al. (2016) ao avaliar a toxicidade fumigante de monoterpenos oxigenados sobre *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (Diptera: Drosophilidae).

Com relação aos dois óleos estudados pode-se observar que o óleo de *T. riparia* apresentou maior porcentagem de compostos monoterpenos (Tabela 1) e a ação dos óleos essenciais apresentam correlação ao tipo e composição dos constituintes. Ao

comparar os óleos essenciais estudados, observa-se que o óleo de *T. riparia* foi o único que apresentou como composto majoritário um monoterpeno oxigenado, fenchona. Compostos monoterpênicos apresentam sintomas parecidos com os causados por compostos neurotóxicos em funções bioquímicas e fisiológicas dos insetos (COAST et al. 1991; DUNKEL; SEARS, 1998). Há relatos de que o modo de ação dos monoterpênicos em artrópodes inibe a ação da enzima acetilcolinesterase (HOUGHTON et al., 2006), assim como os compostos presentes nos óleos essenciais (terpenos e fenilpropanoides) que bloqueiam as vias da octopamina e os canais iônicos de cloreto GABA nos insetos, causando agitação, hiperatividade, tremor, convulsão e morte do inseto ou ácaro (NATHANSON et al., 1993; SERTKAYA et al., 2010). A interrupção do sistema nervoso octopaminérgico tem como resultado a degradação completa do sistema nervoso do inseto (TRIPATHI et al., 2009).

O composto majoritário fenchona, também encontrado como componente majoritário do óleo de *T. riparia*, apresentou efeito fumigante sobre gorgulho do arroz *Sitophilus oryzae* Linnaeus, 1763 (Coleoptera: Curculionidae), besouro castanho *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 (Coleoptera: Tenebrionidae), besouro de grãos dentados *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Silvanidae), mosca doméstica *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae) e a barata *Blattella germanica* Linnaeus, 1767 (Blattodea: Blattellidae) com mortalidade de 100% (LEE et al., 2003). Não se sabe ao certo quais compostos realmente levaram a mortalidade do ácaro e qual foram os sítios de ação, porém Sanches-Ramos e Castañera (2000) observaram que o composto majoritário fenchona teve efeito acaricida sobre o ácaro da farinha *Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781 (Sarcoptiformes: Acaridae).

Badawy et al. (2016) avaliaram o potencial de 12 compostos monoterpênicos sobre *T. urticae* e o efeito inibitório da acetilcolinesterase (AChE) e observou que o composto fenchone estava entre o 5º mais eficaz (CL₅₀= 3,65 mg/L) para efeito fumigante, porém não apresentou inibição da AChE, ou seja, há indícios de que o composto majoritário fenchona presente no óleo essencial de *T. riparia* pode não ter inibido a AChE, mas teve ação sobre o ácaro por outro sítio de ação específico.

A ação do óleo essencial nos artrópodes e a eficácia da fumigação depende da temperatura do ambiente, entrada de ar e a velocidade de saturação do ar com os gases presentes no óleo essencial (LIM et al., 2012), no qual toxicidade apresenta efeito

instantâneo por meio das vias aéreas do que pelo contato residual que o óleo precisa penetrar as camadas do tegumento para ter efeito sobre o ácaro. Entretanto não se descarta o método de controle por contato residual visto que este apresenta importante relevância como subsídio em programa de manejo integrado de ácaro praga (SILVA; OLIVEIRA, 2007).

Um dos fatores que pode ter influenciado no efeito dos óleos essenciais no bioensaio de efeito residual é o processo de diluição realizado para fazer aplicação do óleo, podendo estar relacionado a baixa eficácia do método, pois o grau de hidrofobicidade do óleo ou composto está relacionado com a penetração no indivíduo, ou seja, quanto mais hidrofóbico for o óleo menor será sua atividade sobre o ácaro (BADAWY et al. 2016), pois no bioensaio de fumigação não há o contato direto do ácaro com a substância testada, porém não exclui a possibilidade do efeito sinérgico dos compostos minoritários do óleo no ambiente hermeticamente fechado atingindo rapidamente as vias de aéreas do ácaro.

Os óleos essenciais de *T. riparia* e *O. nitida* além de afetarem a mortalidade também exerceram efeito sobre a fecundidade de *T. urticae*. Durante o processo de avaliação do efeito fumigante dos óleos essenciais, observou-se que os mesmos reduzem o número de ovos em relação ao aumento da concentração. Entretanto, a confirmação de que essa redução foi decorrente da mortalidade dos ácaros ou do efeito dos óleos sobre a fecundidade das fêmeas, foi obtida por meio de novos experimentos para avaliar o efeito das concentrações subletais.

Os resultados apontam que o óleo de *O. nitida* foi mais promissor no controle da fecundidade, pois a média normal de oviposição de fêmeas do ácaro quando não exposta a nenhuma substância química é de três ovos dia⁻¹, quando expostas ao óleo de *O. nitida* apresentou média de 0,7 ovos dia⁻¹, com redução de aproximadamente dois ovos dia⁻¹ (Tabela 5). Apesar da espécie *O. nitida* apresentar resultados inferiores de efeito letal sobre o ácaro, observa-se que as doses subletais apresentaram ação no comportamento da praga.

Doses tóxicas subletais dos monoterpênicos (terpenos e fenóis) agem como antagonistas da octopamina (HUMMELBRUNNER; ISMAN, 2001) e os canais receptores de octopamina estão presentes nos insetos e ausentes nos vertebrados, no qual este fator é

responsável pela toxicidade dos óleos essenciais sobre os insetos e ácaros, portanto, os monoterpenos agem diretamente neste sistema (TRIPATHI et al., 2009).

Ribeiro et al. (2019) observaram que os óleos de cascas de quatro espécies de *Citrus* (*Citrus aurantifolia* (Christmann) Swingle, *Citrus limon* (Linnaeus) Burm F, *Citrus reticulata* Blanco e *Citrus reticulata* Blanco × *Citrus sinensis* Osbeck) reduziram 77% do número de ovos de *T. urticae*, no qual os óleos foram mais eficazes na redução do que o biopesticida a base de extrato de *Chenopodium ambrosioides* (Amaranthaceae). Attia et al. (2011; 2012) ao avaliarem o efeito dos extratos de *Allium sativum* (Amaryllidaceae) e *Santolina africana* (Asteraceae) sobre a taxa de fecundidade e mortalidade de *T. urticae* observaram que em baixas concentrações os extratos não afetaram a sobrevivência, porém reduziram a fecundidade do ácaro fêmea.

A busca por novos pesticidas de amplo espectro e ação rápida é baseada nos efeitos tóxicos da concentração letal (LC₅₀) desconsiderando assim o efeito das concentrações subletais, porém os estudos dos compostos de baixa toxicidade imediata se fazem necessários, pois estes também afetam a fisiologia e comportamento do artrópode (DESNEUX et al., 2007). No caso dos ácaros este efeito é relacionado à longevidade, fertilidade, sobrevivência e duração das fases durante o ciclo de vida (KIM et al., 2006; GONÇALVES et al., 2001).

Embora um produto não apresente efeito letal sobre o ácaro, às substâncias bioativas presentes no mesmo podem ter efeito sobre o comportamento do ácaro controlando a fecundidade ou repelência. Algumas pragas quando submetidas a doses subletais de determinado produto químico podem ser estimuladas a reproduzirem, fenômeno conhecido como hormoligose (FORBES, 2000; LUCKEY, 1968). Fator esse que pode ter ocorrido quando o ácaro ficou exposto aos compostos presentes no óleo de *T. riparia*, acelerando assim o processo natural de oviposição (Tabela 5).

Os resultados de repelência apresentados através do bioensaio de dupla escolha sugerem que os óleos essenciais de *T. riparia* e *O. nitida* apresentam efeito comportamental sobre *T. urticae*, no que diz respeito à preferência de alimentação e repelência, já que o teste foi baseado em estimativa de concentrações subletais (Figura 5 e 6).

De acordo com a Tabela 1 e 2, os perfis químicos dos óleos de *O. nitida* e *T. riparia* diferiram qualitativamente e quantitativamente. Os dois óleos aqui investigados

possivelmente apresentam uma volatilização dos constituintes químicos que atuam na repelência de *T. urticae*, ou seja, as diferenças qualitativas e quantitativas dos dois óleos essenciais atuam na preferência alimentar do ácaro rajado mesmo em concentrações subletais mínimas CL_1 . Ainda são escassos os estudos relacionados ao efeito dos compostos químicos de óleos essenciais em relação à preferência alimentar de *T. urticae* (RIBEIRO et al., 2019).

O efeito de repelência está associado à percepção sensorial do inseto antes mesmo de ter contato com a substância repelente. Este fator está relacionado à volatilização dos compostos, pois compostos mais voláteis serão mais facilmente percebidos no ambiente. A volatilização está ligada a pressão de vapor, quanto maior for a pressão de vapor de uma substância identificada mais volátil ela será (PALUCH et al., 2009)

Isman e Miresmailli (2011) ao avaliarem a volatilidade do óleo essencial de alecrim, *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae), observaram que houve uma variação de 60 minutos do efeito repelente do óleo contra *T. urticae* com relação ao padrão de volatilização dos constituintes. Camara et al. (2015) relataram que os monoterpenos oxigenados presente no óleo essencial de duas espécies de citrus, *Citrus sinensis* var. pera e *Citrus aurantium* var. lima apresentaram maior repelência a *T. urticae*.

Ambos os óleos essenciais avaliados apresentaram em sua composição o composto α -humuleno pertencente ao grupo dos monoterpenos oxigenados. Araújo et al. (2012) ao avaliar a atividade repelente do óleo essencial de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) sobre *T. urticae* verificaram que a eficácia de repelência estava associada à presença dos compostos α -humuleno e β -cariofileno, mesmo após duas horas de teste. O composto α -humuleno foi identificado como composto minoritário, evidenciando assim a importância da identificação e caracterização dos compostos e seu efeito sinérgico.

Ainda que o uso dos óleos essenciais de *T. riparia* e *O. nitida* tenham se mostrado promissores no controle de *T. urticae* (Figura 5 e 6), são necessários estudos mais detalhados para distinguir quais são as concentrações efetivas do óleo essencial sobre o mecanismo de ação dos compostos majoritários e minoritários avaliando o efeito da toxicidade perante o ácaro, homem e ambiente, para assim tornar-se possível o desenvolvimento de nova substância dos diferentes compostos com base na atividade biológica.

O efeito repelente sobre o ácaro é considerado uma propriedade importante durante o manejo integrado, pois tem o objetivo de manter os ácaros adultos distantes, evitando assim maiores danos a cultura (CAMARA et al., 2015). Quanto maior for o efeito de repelência de uma substância menor serão as perdas causadas pela praga na cultura. O acaricida ideal é aquele que apresenta efeito letal e repelente sobre a praga, no qual os óleos essenciais avaliados apresentaram resultados promissores.

5. CONCLUSÃO

Os compostos majoritários presentes na composição dos óleos essenciais foram: γ -cadineno (15,80%), spatulenol (12,40%), β -Atlantol (6,86%), e hinesol (6,51%) para *O. nitida* e 14-hidroxi-4,5-dihidro-cariofileno (17,30%), 14-hidroxi-(Z)-cariofileno (16,30%), α -cadinol (6,52%), fenchona (9,07%) para *T. riparia*.

Os óleos essenciais avaliados foram promissores no controle de *T. urticae*. É necessário uma menor concentração do óleo essencial de Mirra (*T. riparia*) para controlar o ácaro rajado.

A menor concentração do óleo de *O. nitida* reduziu em 78% o número de ovos fêmea⁻¹ dia⁻¹ de *T. urticae* comparado ao óleo de *T. riparia* com 41% de redução, ou seja, o óleo essencial de *O. nitida* é mais promissor na redução da fecundidade do ácaro

Não houve interferência do tempo no efeito de repelência ao ácaro. Independente das doses subletais utilizadas o ácaro *T. urticae* é estimulado a se alimentar das folhas não tratadas, indicando que ambos os óleos essenciais possuem efeito repelente.

5 REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy**, 4th ed. Allured Publishing Corporation: Carol Stream, Illinois, 804p. 2007.

AMIZADEH, M.; HEJAZI, M.J.; SARYAZDI, G.A. Toxicidade fumigante de alguns óleos essenciais em *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **International Journal of Acarology**, v. 39, n. 4, p.285-289, 2013.

ARAÚJO, L. L. N., MELO, H. C.; PAULA, J. R.; ALVES, F. R. R.; PORTES, T. A. Yield and Composition of the Essential oil of *Tetradenia riparia* (Hochst) Codd (Lamiaceae) Cultivated Under Different Shading Levels. **Planta Daninha**, v. 36, 2018.

ARENA, J. S.; PESCHIUTTA, M. L.; CALVIMONTE, H.; ZYGADLO, J. A. Fumigant and repellent activities of different essential oils alone and combined against the maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). **MOJ Bioorganic & Organic Chemistry**, v. 1, p. 1-6, 2017.

ASLAN, I.; ÖZBEK, H.; ÇALMASUR, O.; SAHIN, F. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. **Industrial Crops and Products**, v. 19, p.167-173. 2004.

ATTIA, S.; GRISSA, K. L.; MAILLEUX, A. C.; LOGNAY, G.; HEUSKIN, S.; MAYOUFI, S.; HANCE, T. Effective concentrations of garlic distillate (*Allium sativum*) for the control of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 136, n. 4, p. 302-312, 2011.

ATTIA, S.; GRISSA, K. L.; MAILLEUX, A. C.; HEUSKIN, S.; LOGNAY, G.; HANCE, T. Acaricidal activities of *Santolina africana* and *Hertia cheirifolia* essential oils against the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). **Pest Management Science**, v. 68, n. 7, p. 1069-1076, 2012.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.

BADAWY, M. E. I.; EL-ARAMI, S. A. A.; ABDELGALEIL, S. A. M. Acaricidal and quantitative structure activity relationship of monoterpenes against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 52, n. 3, p. 261-274, 2010.

BRITO, J. P. et al. Efeito de óleos essenciais de 'Eucalyptus' spp. Sobre '*Zabrotes subfasciatus*' (Boh., 1833)(Coleoptera: Bruchidae) e '*Callosobruchus maculatus*' (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em duas espécies de feijões. **Boletín de sanidad vegetal. Plagas**, v. 32, n. 4, p. 573-580, 2006

CAMARA, C. A.; AKHTAR, Y.; ISMAN, M. B.; SEFFRIN, R. C.; BORN, F. S. Repellent activity of essential oils from two species of Citrus against *Tetranychus urticae* in the laboratory and greenhouse. **Crop Protection**, v. 74, p. 110-115, 2015.

CAMPBELL, W.E.; GAMMON, D.W.; SMITH, P.; ABRAHAMS, M.; PURVES, T. Composition and antimalarial activity in vitro of the essential oil of *Tetradenia riparia*. **Planta Medica**, v. 63, n. 03, p. 270-272, 1997.

CANTRELL C. L.; KLUN J. A.; BRYSON C. T.; KOBASISY M.; DUKE S. O. Isolation and identification of mosquito bite deterrent terpenoids from leaves of American (*Callicarpa americana*) and Japanese (*Callicarpa japonica*) Beautyberry. **Journal Agriculture Food Chemical**, v. 53, p. 5948–5953, 2005.

CANTRELL, CHARLES L.; ALI, ABBAS; JONES, A. MAXWELL P. Isolation and identification of mosquito biting deterrents from the North American mosquito repelling folk remedy plant, *Matricaria discoidea* DC. **Plos one**, v. 13, n. 10, p. e0206594, 2018.

COATS, J. R.; KARR, L. L.; DREWES, C. D. Toxicity and Neurotoxic Effects of Monoterpenoids. **Naturally Occurring Pest Bioregulators**, v. 449, p. 305-316, 1991.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 81-106, 2007.

DE SOUZA, L. P.; ZAGO, H. B.; COSTA, A. V.; STINGUEL, P.; VALBON, W. R. Composição química e atividade acaricida do óleo essencial de erva-de-santa-maria sobre o ácaro-rajado. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 160-166, 2015.

DUNKEL, F. V.; SEARS, L. J. Fumigant properties of physical preparations from mountain big sagebrush, *Artemisia tridentata* Nutt. ssp. *vaseyana* (Rydb.) beetle for stored grain insects. **Journal of Stored Products Research**, v. 34, n. 4, p. 307-321, 1998.

FERNANDEZ, C. M. M.; BARBA, E. L.; FERNANDEZ, A. C. M., CARDOSO, B. K., BORGES, I. B., TAKEMURA, O. S.; MARTINS, L. A.; CORTEZ, L. E. R.; CORTEZ, D. A. G.; GAZIM, Z. C. Larvicidal activity of essential oil from *Tetradenia riparia* to control of *Aedes aegypti* larvae in function of season variation. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 17, n. 5, p. 813-823, 2014.

FINNEY, D. J. Probit Analysis: 3rd ed. Cambridge University Press, 333p. 1971.

FIRESTEIN, S. How the olfactory system makes sense of scents. **Nature**, v. 413, p. 211-218, 2001.

FORBES, V. E. Is hormesis an evolutionary expectation?. **Functional Ecology**, v. 14, n. 1, p. 12-24, 2000.

GAZIM, Z. C.; AMORIM, A. C. L.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M.; NASCIMENTO, I. A.; FERREIRA, G. A.; CORTEZ, D. A. G. Seasonal variation, chemical composition, and analgesic and antimicrobial activities of the essential oil from leaves of *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd in Southern Brazil. **Molecules**, v. 15, n. 8, p. 5509-5524, 2010.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374, 2007.

GONÇALVES, M. E.; OLIVEIRA, J. V.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Efeito de extratos vegetais sobre estágios imaturos e fêmeas adultas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 305-309, 2001.

HADDI, K.; OLIVEIRA, E. E.; FARONI, L. R.; GUEDES, D. C.; MIRANDA, N. N. Sublethal exposure to clove and cinnamon essential oils induces hormetic-like responses and disturbs behavioral and respiratory responses in *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of economic entomology**, v. 108, n. 6, p. 2815-2822, 2015.

HOUGHTON, P. J.; REN, Y.; HOWES, M. J. Acetylcholinesterase inhibitors from plants and fungi. **Natural Products Reports**, v. 23, p. 181–199. 2006.

HUMMELBRUNNER, L. A.; ISMAN, M. B. Acute, Sublethal, Antifeedant, and Synergistic Effects of Monoterpenoid Essential Oil Compounds on the Tobacco Cutworm, *Spodoptera litura* (Lep., Noctuidae). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 715–720, 2001.

ISMAN, M.B., MIRESMAILLI, S., 2011. Plant essential oils as repellents and deterrents to agricultural pests. In: Paluch, G.E., Coats, J.R. (Eds.), Recent

Developments in Invertebrate Repellents. **ACS Symposium Series**, v. 1090, p. 67-77, 2011.

LUCKEY, T. D. Insecticide hormoligosis. **Journal of Economic Entomology**, v. 61, n. 1, p. 7-12, 1968.

KERNS, D. L.; GAYLOR, M. J. Insecticide resistance in field populations of the cotton aphid (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 85, p. 1-8, 1992.

KETOH, G. K.; KOUMAGLO, H. K.; GLITHO, I. A. Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.)(Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani)(Hymenoptera: Pteromalidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 41, n. 4, p. 363-371, 2005.

KHALIGHI, M.; TIRRY, L.; VAN LEEUWEN T. Cross-resistance risk of the novel complex II inhibitors cyenopyrafen and cyflumetofen in resistant strains of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. **Pest management science**, v. 70, n. 3, p. 365-368, 2014.

KIM, M.; SIM, C.; SHIN, D.; SUH, E.; CHO, K. Residual and sublethal effects of fenpyroximate and pyridaben on the instantaneous rate of increase of *Tetranychus urticae*. **Crop Protection**, v. 25, n. 6, p. 542-548, 2006.

LEE, S.; PETERSON, C. J.; COATS, J. R. Toxicidade de fumigação de monoterpenóides em vários insetos de produtos armazenados. **Journal of Stored Products Research**, v.39, n.1, p. 77-85, 2003.

LIM, E.; LEE, B. H.; PARK, C. G. Fumigant activity of essential oils and their components from *Eucalyptus codonocarpa* and *E. dives* against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) at three temperatures. **Journal of applied entomology**, v. 136, n. 9, p. 698-703, 2012

MARTINS, M. B. G.; MARTINS, R. G.; CAVALHEIRO, J.A. Histoquímica e atividade antibacteriana de folhas do incenso (*Tetradenia riparia*). **Revista Biociências**, v. 14, n. 2, 2009.

MELO, N. I. D.; CARVALHO, C. E. D.; FRACAROLLI, L.; CUNHA, W. R.; VENEZIANI, R. C. S.; MARTINS, C. H. G.; CROTTI, A. E. M. Antimicrobial activity of the essential oil of *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd. (Lamiaceae) against cariogenic bacteria. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, n. 2, p. 519-525, 2015.

MELO, J. P. R.; CÂMARA, C. A. G.; LIMA, G. S.; MORAES, M. M.; ALVES, P. B. Acaricidal properties of the essential oil from *Aristolochia trilobata* and its major constituents against the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). **Canadian Journal of Plant Science**, v. 98, n. 6, p. 1342-1348, 2018.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 4050-4063, 2009.

NATHANSON, J. A.; HUNNICUTT, E. J.; KANTHAM, L.; SCAVONE, C. Cocaine as a naturally occurring insecticide. **Proceedings da Academia Nacional de Ciências**, v. 90, n. 20, p. 9645–9648, 1993.

NEVES, R.; DA CAMARA, C. A. G. Chemical composition and acaricidal activity of the essential oils from *Vitex agnus-castus* L. (Verbenaceae) and selected monoterpenes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, n. 3, p. 1221-1233, 2016.

OMOLO, M.O.; OKINYO, D.; NDIEGE, I.O.; LWANDE, W.; HASSANALI, A. Repellency of essential oils of some Kenyan plants against *Anopheles gambiae*. **Phytochemistry**, v. 65, n. 20, p. 2797-2802, 2004.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W. S.; MELO, A. V.; DIDONET, J.; PORTELLA, A. C. F.; NASCIMENTO, I. R. do. Toxicidade de óleos essenciais de eucalipto e citronela sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Bioscience Journal**, v. 27, n. 4, p.609-618. 2011.

PAVELA, R.; STEPANYCHEVA, E.; SHCHENIKOVA, A.; CHERMENSKAYA, T.; PETROVA, M. Os principais componentes prospectivos contra *Tetranychus urticae* Koch. **Culturas e produtos industriais**, 94, 755-761, 2016.

PICKETT, J. A.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M. Developing sustainable pest control from chemical ecology. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 64, p. 2, p. 149–156, 1997.

PINO, J. A.; MARBOT, R.; PAYO, A.; CHAO, D.; HERRERA, P.; MARTÍ, M. P. Leaf Oil of *Oxandra lanceolata* (Sw.) Baill. from Cuba. **Journal of Essential Oil Research**, v. 17, n. 5, p. 567-568, 2005.

PONTES, W. J.; DE OLIVEIRA, J. C.; DA CAMARA, C. A.; LOPES, A. C.; GONDIM, M. G. C.; DE OLIVEIRA, J. V.; SCHWARTZ, M. O. Composition and acaricidal activity of the resin's essential oil of *Protium bahianum* Daly against two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). **Journal of Essential Oil Research**, v. 19, n. 4, p. 379-383, 2007.

PONTES, W. J. T.; OLIVEIRA, J. C. S. D.; CÂMARA, C. A. G. D.; GODIM JÚNIOR, M. G. C.; OLIVEIRA, J. V.; SCHWARTZ, M. O. E. Acaricidal activity of the essential oils leaves and fruits of *Xylopiia sericea* St. Hill. on the two spotted spide mite (*Tetranychus urticae* Koch). **Quimica Nova**, v. 30, n. 4, p. 838-841, 2007.

RAJENDRAN, S.; SRIRANJINI, V. Plant products as fumigants for stored-product insect control. **Journal of stored products Research**, v. 44, n. 2, p. 126-135, 2008.

RIBEIRO, N. C.; DA CAMARA, C. A.; MELO, J. P.; DE MORAES, M. M. Acaricidal properties of essential oils from agro-industrial waste products from citric fruit against *Tetranychus urticae*. **Journal of Applied Entomology**, p. 1-13, 2019.

SÁNCHEZ-RAMOS, I.; CASTAÑERA, P. Acaricidal activity of natural monoterpenes on *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), a mite of stored food. **Journal of stored products research**, v. 37, n. 1, p. 93-101, 2000.

SAS Institute. 2002. SAS/STAT 9.2, user's guide. Cary (NC).

SERTKAYA, E.; KAYA, K.; SOYLU, S. Acaricidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinus* Boisd.) (Acarina: Tetranychidae). **Industrial Crops and Products**, v. 31, n. 1, p. 107-112, 2010.

SCHMIDT, F.B. **Linha básica de suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a lufenuron na cultura do milho**. 2002. 63 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, M. Z. D.; OLIVEIRA, C. A. L. D. Toxicidade residual de alguns agrotóxicos recomendado na agricultura sobre *Neoseiulus californicus* (McGregor)(Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 85-90, 2007.

SILVA, A. A. D. C. A.; SOUSA, E. A. D.; MATSUO, A. L.; LAGO, J. H. G.; CHAVES, M. H. Intraspecific variation and cytotoxic evaluation of the essential oils from *Oxandra sessiliflora* R. E. Fries. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 7, n. 9, p. 504-508, 2013.

SIQUEIRA, H.A.A.; GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepdoptera: Gelechiidae). **Agricultural and Forest Entomology**, Reino Unido, v. 2, p. 147-153, 2000.

SOUSA, E. A.; ROQUE, N. F.; JÚNIOR, G. M. V.; LAGO, J. H. G.; CHAVES, M. H. Terpenes and steroids from leaves of *Oxandra sessiliflora* RE Fries. **Phytochemistry letters**, v. 8, p. 193-195, 2014.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; BITTENCOURT, H. V.; SOUZA FILHO, A. P. D. S. Allelopathy: driving mechanisms governing its activity in agriculture. **Journal of Plant Interactions**, London, v. 11, n. 1, p. 53-60, 2016.

TRIPATHI, A. K.; UPADHYAY, S.; BHUIYAN, M.; BHATTACHARYA, P. R. A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, v. 1, n. 5, p. 52-63, 2009.

WEAVER, D.K.; DUNKEL, F.V.; VAN PUYVELDE, L.; RICHARDS, D.C.; FRIZGERALD, G.W. Toxicity and protectant potential of the essential oil of *Tetradenia-riparia* (lamiales, lamiaceae) against *zabrotes-subfasciatus* (col, bruchidae) infesting dried pinto beans (fabales, leguminosae). **Journal of Applied Entomology**, v. 118, n. 1-5, p. 179-196, 1994.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. **A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography.** *Journal of Chromatography*, v. 11, p. 463-471, 1963.

VAN LEEUWEN, T.; VONTAS, J.; TSAGKARAKOU, A.; DERMAUW, W.; TIRRY, L. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus*

urticae and other important Acari: a review. **Insect biochemistry and molecular biology**, v. 40, n. 8, p. 563-572, 2010.

ZHANG, Z.; YANG, T.; ZHANG, Y.; WANG, L.; XIE, Y. Fumigant toxicity of monoterpenes against fruitfly, *Drosophila melanogaster*, *Drosophila melanogaster*. **Culturas e produtos industriais**, v. 81, p.147-151, 2016.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os óleos essenciais de *O. nitida* e *T. riparia* apresentam resultados promissores para controle de *T. urticae*, promovendo mortalidade e redução da fecundidade nas fêmeas dessa espécie mesmo que em baixas concentrações, o que pode viabilizar a utilização de óleos e/ou substâncias presentes nessas plantas para controle de ácaros. Vale ressaltar que estudos mais detalhados devem ser realizados para entender os mecanismos de ação dessas substâncias na biologia e fisiologia de *T. urticae*, bem como os efeitos em organismos não alvo, planta hospedeira, resíduos nos produtos alimentícios, entre outros.