

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE TECNOLOGIA EM VITICULTURA E ENOLOGIA

**EFEITO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA E PRODUTO À
BASE DE NEEM SOBRE PUPAS DE *Ceratitis capitata* (DIPTERA:
TEPHRITIDAE)**

DOYGLAS RAFAEL SALES MARQUES

**PETROLINA, PE
2023**

DOYGLAS RAFAEL SALES MARQUES

**EFEITO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA E PRODUTO À
BASE DE NEEM SOBRE PUPAS DE *Ceratitis capitata* (DIPTERA:
TEPHRITIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IFSertãoPE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção
de título de Tecnólogo em Viticultura e
Enologia.

**PETROLINA, PE
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M357 Marques, Doyglas Rafael Sales.

Efeito do óleo essencial de citronela e produto à base de neem sobre pupas de *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) / Doyglas Rafael Sales Marques. - Petrolina, 2023.

39 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Viticultura e Enologia) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2023.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Andréa Nunes Moreira de Carvalho.

1. Viticultura. 2. Mosca-das-frutas. 3. Metabólitos secundários. 4. Bioinseticida. I. Título.


CDD 634.8

DOYGLAS RAFAEL SALES MARQUES

**EFEITO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA E PRODUTO À
BASE DE NEEM SOBRE PUPAS DE *Ceratitis capitata*
(DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado
ao IFSertãoPE *Campus* Petrolina Zona Rural,
exigido para a obtenção de título de Tecnólogo
em Viticultura e Enologia.

Aprovada em: 07 de junho de 2023.

Documento assinado digitalmente
 JANE OLIVEIRA PEREZ
Data: 21/06/2023 09:49:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Jane Oliveira Perez
IFSertãoPE Campus Petrolina Zona Rural

Eliatania Clementino
Costa:07843045481

Assinado digitalmente por Eliatania Clementino Costa:
07843045481
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Data: 2023-06-20 13:32:42

Dra. Eliatânia Clementino Costa
IFSertãoPE Campus Petrolina Zona Rural

Andrea Nunes Moreira de
Carvalho:69252882472

Assinado digitalmente por Andrea Nunes Moreira de
Carvalho:69252882472
Data: 2023-06-20 11:56:01

Dra. Andréa Nunes Moreira de Carvalho
IFSertãoPE Campus Petrolina Zona Rural
(Orientadora)

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE TECNOLOGIA EM VITICULTURA E ENOLOGIA

**EFEITO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA E PRODUTO À
BASE DE NEEM SOBRE PUPAS DE *Ceratitis capitata* (DIPTERA:
TEPHRITIDAE)**

DOYGLAS RAFAEL SALES MARQUES

**PETROLINA, PE
2023**

DOYGLAS RAFAEL SALES MARQUES

**EFEITO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA E PRODUTO À
BASE DE NEEM SOBRE PUPAS DE *Ceratitis capitata* (DIPTERA:
TEPHRITIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IFSertãoPE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção
de título de Tecnólogo em Viticultura e
Enologia.

**PETROLINA, PE
2023**

DOYGLAS RAFAEL SALES MARQUES

**EFEITO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA E PRODUTO À
BASE DE NEEM SOBRE PUPAS DE *Ceratitis capitata* (DIPTERA:
TEPHRITIDAE)**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao
IFSertãoPE *Campus* Petrolina Zona Rural, exigido
para a obtenção de título de Tecnólogo em Viticultura
e Enologia.

Aprovada em: 07 de junho de 2023.

Dra. Jane Oliveira Perez
IFSertãoPE Campus Petrolina Zona Rural

Dra. Eliatânia Clementino Costa
IFSertãoPE Campus Petrolina Zona Rural

Dra. Andréa Nunes Moreira de Carvalho
IFSertãoPE Campus Petrolina Zona Rural
(Orientadora)

RESUMO

O Vale do São Francisco destaca-se entre as maiores exportadoras de uva de mesa do Brasil, entretanto esta cultura está sendo afetada pelos danos ocasionados pela mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Inseticidas sintéticos são utilizados comumente no controle dessa praga, o que pode apresentar risco aos trabalhadores e ao meio ambiente, além de resíduos nas bagas. Baseado nisso, a procura por biopesticidas sustentáveis e ecológicos, como os óleos essenciais, se apresentam com efeitos menos nocivos e que podem se biodegradar em compostos não tóxicos; são os mais desejáveis. O objetivo do estudo foi avaliar a mortalidade do óleo essencial de citronela e o óleo de neem FitoNeem® sobre *C. capitata*. O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, nas concentrações de 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 e 1,5% e 1:1, 1:1,5, 1:2, 1:2,5 e 1:3, para citronela e FitoNeem®, respectivamente. Como testemunha foi utilizado a solução aquosa de Tween 80 mais água destilada. As pupas foram imersas nas soluções em um Becker 25 mL por 30 segundos, sendo dez pupas para cada repetição. O óleo essencial foi obtido da extração das folhas da planta de citronela pelo método Clevenger. Os insetos utilizados no experimento foram provenientes da Biofábrica Moscamed Brasil, Juazeiro-BA, com 12 dias de empupadas. Posteriormente, as pupas foram depositadas em placas de Petri de acrílico contendo papel de filtro e acondicionadas na B.O.D. ($26 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas). As avaliações foram realizadas por um período de 10 dias, observando-se os insetos mortos. Os dados de mortalidade foram submetidos às análises de variância e de regressão ($p \leq 0,05$) com auxílio do programa Excel. Com os resultados obtidos, constatou-se que o óleo essencial de citronela e o óleo de neem FitoNeem® possuem potencial ação inseticida sobre pupas de *C. capitata*, podendo ser promissores no manejo da praga em videira.

Palavras-chave: Mosca-das-frutas, metabólitos secundários; bioinseticida.

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais
Roberto e Egidia, que com muito esforço
me deram uma boa educação sendo responsável
por todos os degraus de sucesso que alcancei.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar força e sabedoria para contornar os obstáculos da vida e cuidar de mim no percorrer de cada caminho. Em suas mãos entrego minha vida e sei que posso confiar.

Aos meus pais Roberto e Egidia, que mesmo com todas as dificuldades se esforçaram para me dar a melhor educação, de acordo com a nossa realidade. Apesar de não ter tido as mesmas oportunidades, eles sabiam e buscaram me ensinar que o melhor caminho a ser seguido seria o dos estudos. Os anos se passavam e a cada série escolar concluída, percebia-se a satisfação deles. Hoje, eles já se sentem orgulhosos por ver os bons frutos obtidos das sementes de suas educações.

Meus irmãos Rone, Deyvison e Amanda, por estar sempre do meu lado dando apoio e deixando minha jornada mais tranquila e confortável.

Aos amigos José Ilson, Samuel Lourival e todo o pessoal da turma VE 14, escola do vinho e do laboratório de Proteção de Plantas do IFSertãoPE pelas experiências compartilhadas e pelas alegrias diárias, fazendo que os anos de estudo no IF passassem de forma mais prazerosa.

A minha companheira Camila Torres Valgueiro Ferraz, que acima de tudo é uma grande amiga, sempre presente nos momentos difíceis, obrigado por toda a paciência comigo amor e pelo apoio para me seguir em frente e não desistir dos meus sonhos. Saiba que a vida ao seu lado se torna mais fácil.

Deixo um agradecimento especial à minha orientadora Dra. Andréa pelo incentivo e pela dedicação do seu escasso tempo ao meu projeto de pesquisa. Além de uma excelente profissional e também nas horas vagas, uma grande Mãe para as pessoas que os cerca, sou imensamente grato por tudo que a senhora fez por mim.

Ao professor Márcio, por todo acompanhamento durante as atividades do experimento do TCC, sempre presente, em hipótese alguma nunca me negou ajuda, obrigado por tudo professor.

Aos docentes, em especial a professora Elizangela Maria, Flávia Cartaxo, Alysson, Renata, Elis Nogueira, Francisco Amorim, Jane Perez, Daniel Amaral, Pedro Noronha, Eliatânia, e a Ana Paula pelo apoio e ensinamentos durante essa jornada.

E ao IFSertãoPE por me receber de portas abertas e pela elevada qualidade do ensino oferecido durante a graduação.

EPÍGRAFE

Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência.

(Henry Ford)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1: Extração do óleo essencial por hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger, Clevenger, IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023	24
Figura 2: Etapas do bioensaio, diluição dos óleos (A), aplicação dos tratamentos e secagem em temperatura ambiente dos tratamentos (B), e arena em placa de Petri de acrílico com as pupas tratadas (C), IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023.....	25
Figura 3: Avaliação do efeito do óleo essencial de citronela e óleo de neem Fitoneem® sobre <i>Ceratitis capitata</i> ao final de cada período de tempo, IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023.....	26
Figura 4: Mortalidade acumulada de <i>Ceratitis capitata</i> , submetidas a diferentes concentrações de óleo essencial de citronela, <i>Cymbopogon winterianus</i> , em laboratório, IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023.....	28
Figura 5: Insetos defeituosos de <i>Ceratitis capitata</i> , submetidas a diferentes concentrações do óleo de neem FitoNeem®, em laboratório, IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023.....	29
Figura 6: Insetos defeituosos de <i>Ceratitis capitata</i> , submetidas a diferentes concentrações do óleo de neem FitoNeem®, em laboratório, IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023.....	31

SÚMARIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3. OBJETIVOS.....	22
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
6. CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura de condição tropical está exposta algumas situações de riscos que precisa ser identificada com intuito de serem bloqueadas e reduzidas. Dentre os diversos riscos, destaca-se os problemas fitossanitários. Esses eventos podem afetar a condição da planta e do fruto, devido ao número reduzido de variedades resistentes ou tolerantes às principais pragas e doenças; pragas quarentenárias; alto fluxo de produtos de origem vegetal (GERUM, 2019).

As moscas-das-frutas são consideradas pragas-chaves da fruticultura, sendo responsáveis pela perda de aproximadamente um bilhão de dólares anuais, em decorrência dos danos provocados ao redor do mundo e custos de controle elevados. Na videira, a mosca-das-frutas é considerada um dos principais insetos pragas (HAJI et al, 2009), ocasionando perdas de até 120 milhões de dólares por ano na fruticultura brasileira (FERREIRA, 2019a). Em alguns países, como a União Européia, os países asiáticos (entre eles, o Japão) e os Estados Unidos (SILVA et al., 2011) são impostas restrições fitossanitárias para impedir/atrasar a entrada da praga em seus territórios, provocando perdas de mercados de exportação, desemprego e outras implicações ao segmento produtivo da fruticultura (RAGA et al., 2011).

De acordo com informações da Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS), a mosca-das-frutas está entre as principais pragas do Vale do São Francisco (VSF), sendo realizado apenas 10% de controle em cerca de 120 mil hectares de toda área irrigada da região. Onde a espécie *Ceratitis capitata* (Wiedemann) é a responsável por 99% ocorrências nas frutas de todo o Vale. As principais frutíferas atacadas são acerola, seriguela, goiaba, cajá, manga e uva (ABRAFRUTAS, 2020). Em videira, esse inseto é conhecido por causar perdas econômicas significativas na indústria da uva através de danos à fruta e redução do prazo de validade do produto (GONZAGA, 2019).

O controle da mosca-da-fruta é baseado no Manejo Integrado de Pragas (PARANHOS, et al., 2004; SENAR, 2016). Contudo, ainda, a principal forma de combate é por meio de inseticidas químicos (RAGA; SATO, 2016), o que pode acarretar diversos danos ao ambiente (OLIVEIRA, 2019) e a saúde (GONZAGA, 2019). Desse modo, a uma busca por remediar esses danos, por meio da inserção de práticas mais sustentáveis (NASCIMENTO, 2022), como o uso de produtos alternativos, visando ajudar a preservar o equilíbrio natural do ecossistema, evitando a destruição de insetos e microrganismos benéficos (FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020).

Dessa forma, o uso de óleos essenciais ou vegetais como ferramenta no controle das moscas-das-frutas em videira podem reduzir a dependência de inseticidas sintéticos e favorecer a fauna benéfica. Entretanto, informações sobre o efeito desses produtos sobre as fases iniciais de *C. capitata* ainda são escassas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do óleo essencial de citronela e o óleo de neem Fitoneem[®] em pupas de *C. capitata* sob condições de laboratório.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da videira

A videira *Vitis* spp. pertence ao gênero *Vitis*, ordem Ramnidas, família Vitáceas, Subfamília Ampelideas, gênero *Vitis* e espécies americanas (*Vitis labrusca* / *Vitis bourquina*) e européia (*Vitis vinifera*). É composta por 11 gêneros existentes e 2 gêneros inexistentes. Atualmente, possui 600 espécies distribuídas entre as regiões de clima tropicais, subtropicais e temperadas. As plantas que pertencem a essa família são caracterizadas por serem sarmentosa de hábito trepador, por possuírem gavinhas opostas às folhas, apresenta inflorescências modificadas, flores na maioria das vezes apresentam pouca visibilidade, sendo bissexuadas ou unissexuadas, actinomorfas diclamídeas (GIOVANNINI, 2014).

Essa cultivar é conhecida por seu hábito trepadeira, com caules longos, que podem atingir até 100 pés de comprimento. Essa planta apresenta raízes radiculares ramificadas, caule lenhoso, flores completas (Hermafrodita) e a sua idade pode variar de 30 a 40 anos durante o seu ciclo produtivo (ARAÚJO, 2022). Possui espécie destinadas tanto para o consumo *in natura* e quanto elaboração de produtos de alto valor agregado tais como, vinho, suco e também para produção de derivados, Brandy, graspa, geleia etc (NACHTIGAL; MAZZAROLO 2008). Devido as características da videira que, o setor vitícola se tornou uma indústria maciça em todo o mundo. No ano 2021, de acordo com as estatísticas mundiais realizadas, foi produzido 69 milhões de toneladas de uvas frescas em mais de 7 milhões de hectares de vinhedos (OIV, 2021). Os maiores produtores de uva são EUA, China, Itália e Europa, sendo responsáveis por mais da metade da produção mundial de uva (GUPTA, 2020). O consumo de uva também está aumentando ano após ano, com as pessoas reconhecendo os benefícios

à saúde associados à uva e a crescente popularidade do vinho como uma bebida social (AIRES, 2021).

O Brasil também vem ganhando espaço nos últimos tempos no setor de vitivinicultura, alimentado principalmente pela crescente demanda interna por vinho e uvas *in natura*. As regiões vitivinícolas no Brasil incluem o Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais, São Paulo e Pernambuco/Bahia (Vale do São Francisco) (MELLO, 2020). Enquanto o Rio Grande do Sul é a maior região vitivinícola do Brasil, a região do Vale do São Francisco, localizado na região Nordeste do Brasil, marcou um crescimento significativo na produção de uvas nos últimos anos (MOURA et al., 2021).

A produção de uvas no Vale do São Francisco começou no início dos anos 1990 e 2000, onde a região semiárida com altas temperaturas e baixa pluviosidade foi transformada em um oásis para o cultivo da uva, chegando a produzir 100% da uva de mesa do país. A proximidade da região com o rio São Francisco, que fornece água para irrigação, foi essencial para tornar isso possível (SÁ, 2015).

Atualmente, o Vale do São Francisco é responsável por mais de 90% das exportações brasileiras de uva (NASCIMENTO, 2021). No ano de 2022, o Brasil foi responsável por exportar 52.561.167 quilogramas líquidos de uva fresca para o exterior, com valor FOB (US\$) de 113.920.786 (COMEXSTAT, 2023). Esta região é conhecida por produzir uvas de mesa de alta qualidade, comumente exportadas para os Estados Unidos e Europa (VIDAL, 2021).

A região é considerada o principal setor gerador de empregos na fruticultura, sendo responsável por disponibilizar até 100.000 empregos todo o ano, destacando-se as culturas da uva e manga. No ano de 2019, o cultivo da uva chegou em 1º lugar, com saldo de 3.285 postos de trabalho e a manga em 4º lugar, com saldo de 1.337 postos de trabalho. Com isso, o crescimento da agropecuária da região se dá com fruticultura, principalmente a uva, sendo a responsável por empregar em média 5 pessoas por hectare, com isso, tornou-se umas das frutíferas da agricultura irrigada mais importante de toda região, onde possibilitou o estímulo da economia e conseqüentemente o desenvolvimento social das pessoas no cenário semiárido Nordestino (BARBOSA, 2019).

A nível nacional, o polo Petrolina-PE/Juazeiro-BA destaca-se na região do Vale do Submédio São Francisco como os maiores exportadores de uvas finas de mesas,

tendo os seguintes países como seus principais destinos: Países Baixos, Reino Unido, Estados Unidos, Alemanha, Argentina, Espanha, Irlanda e outros. Para ocorrer a exportação para esses países algumas exigências básicas e cruciais devem ser cumpridas durante o processo de aquisição das frutas, tais como, procedimentos de paletização, resfriamento rápido (ou pré-resfriamento) e armazenamento refrigerado. Além desses procedimentos, a fruta *in natura* deve ainda receber envoltório como gerador SO₂ (anidrido sulfuroso), composto por lâminas de papel e polietileno, entre as quais se insere metabissulfito de sódio. Esse produto possibilita a modificação da atmosfera do ambiente que se encontra, com ação inibidora de microrganismo deteriorante, conseqüentemente, esse item reduzirá respiração do fruto durante o tráfego do produto, permitindo que chegue no seu destino final sem danos biológicos (ARAÚJO, 2022).

Nesta região, o manejo da videira se destaca por sua eficiência e eficácia, graças às condições climáticas favoráveis e à implementação de técnicas e tecnologias avançadas que possibilita que o produtor possa realizar até cinco safras a cada dois anos (BEZERRA, 2022). É baseado em uma série de princípios, incluindo a seleção de variedades de porta-enxerto e enxerto que melhor se adapte às condições edafoclimáticas, poda regular e manejo da copa, irrigação e fertilização, e controle de pragas e doenças. Todos estes fatores são monitorados de perto e ajustados para garantir o máximo rendimento e a mais alta qualidade dos frutos (SILVA, 2010).

Um dos principais desafios enfrentados no manejo da videira na região semiárida é a ocorrência de pragas e a necessidade de equilibrar o crescimento e o rendimento com a preservação do ambiente natural. Para isso, os agricultores utilizam uma combinação de práticas sustentáveis e tecnologias de ponta, tais como irrigação por gotejamento, culturas de cobertura e manejo integrado de pragas (ARAÚJO, 2022).

A estreita colaboração entre agricultores, pesquisadores e outros interessados na indústria da uva no Vale do Submédio São Francisco também resultou no desenvolvimento de novos conhecimentos e técnicas, que estão continuamente melhorando a eficiência e a qualidade da produção de uvas finas de mesa (LEÃO, 2020).

2.2 Mosca-das-frutas

A mosca-das-frutas compõem o grupo das principais pragas de importância econômica mundial, pois promove diversos prejuízos na produção, fazendo com que os frutos percam qualidade, para mercado *in natura* e para a indústria (HAJI et al, 2000). A espécie *C. capitata* é considerada uma praga-chave para a fruticultura tropical, sendo uma praga agrícola com preferências por frutas suculentas, como mamão, melão, pêssego, manga, goiaba e uva (HAJI; ALENCAR, 2000). Na videira, a mosca-das-frutas é considerada um dos principais insetos pragas (HAJI et al, 2009), ocasionando perdas de até 120 milhões de dólares por ano na fruticultura brasileira (FERREIRA, 2019a).

O ciclo ovo-adulto de *C. capitata* na videira, com temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $75\pm 15\%$ e período de fotofase de 12 horas, é de $32,55 \pm 0,68$ dias, sendo o estágio de ovo de $2,38 \pm 0,19$ dias, estágio larval de $18,20 \pm 0,19$ dias, estágio pupal de $11,00 \pm 0,58$ dias. O período de oviposição é cerca de $33,13 \pm 4,71$ dias, com o período de fertilização de $8,17 \pm 1,13$ dias e período de fertilização total de $206,78 \pm 31,52$ dias. Com relação ao tempo de vida, os insetos variaram de 52,60 dias para machos a 42,4 dias para fêmeas (ZANARDI et al., 2011).

O inseto tem várias características, incluindo seu pequeno tamanho - apenas 2-5 mm - e o padrão distinto de manchas pretas e amarelas em seu tórax. Apesar de seu pequeno tamanho, *C. capitata* pode causar danos econômicos significativos à agricultura, principalmente devido ao seu alto potencial reprodutivo, com fêmeas colocando de 300 a 1.000 ovos durante o seu ciclo de vida (HAJI., et al 2009).

No Brasil, a mosca-das-frutas de importância econômica e quarentenária pertencem aos gêneros *Anastrephae* e *Ceratitidis*, este último representado apenas por uma espécie, *C. capitata*. A mosca-do-mediterrâneo ou moscamed foi detectada pela primeira vez em 1901, infestando frutos de citros no interior do estado de São Paulo (IHERING, 1901). Sendo detectado primeiramente na região de Rondônia (RONCHI-TELES; SILVA, 1996) e posteriormente no Pará (SILVA et al., 1998).

A mosca-do-mediterrâneo foi vista pela primeira vez na região do Submédio do Vale do São Francisco em 1995, quando algumas fazendas tiveram quase perda total na produção (PARANHOS; PACHECO, 2008). Para controlar as populações de *C.*

capitata, vários métodos são usados, incluindo o uso de inseticidas, a técnica do inseto estéril e controles culturais, como medidas sanitárias (destruição e eliminação de restos culturais). No entanto, dada a sua capacidade de adaptação e reprodução rápida, o controle dessa espécie continua sendo um desafio para todos os produtores da região.

As condições climáticas ideais para o desenvolvimento desse inseto no Vale do Submédio São Francisco, com uma temperatura média anual, mais ou menos 26°C, é considerada ideal para proliferação da mosca-das-frutas, que possui uma temperatura de conforto térmico em torno de 25° a até 35°C. Além disto, a região tem escala produção contínua o ano todo, com isso, este inseto pode migrar de uma fruta para outra sem interromper o seu ciclo, havendo sempre frutas para depositar seus ovos (BIROLO, 2013).

2.2.1 Métodos de Controle da mosca-das-frutas

Dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP) existem várias formas de realizar o controle da mosca-das-frutas, destacando-se o controle legislativo, cultural, genético, biológico, etológico e químico (CANDIA, 2018).

Controle Legislativo

São restrições estabelecidas por órgãos responsáveis pelo o controle fitossanitário do país, Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), em conjunto com as Agências de Defesa e Fiscalização Agropecuária de cada Estado do País (DIMARCO et al., 2015), que impõem barreiras e fiscalizações em todos os portos do estado com intuito de evitar a disseminação de pragas e doenças para outras regiões ou até mesmo para fora do país. Esse órgão estabelece zonas de quarentena onde o surto de mosca-das-frutas é detectado com o objetivo de evitar a propagação da praga (PICANÇO, 2010). Caso a barreira estabelecida seja quebrada por um indivíduo para transportar fruta contaminada de um estado para outro sem passar por um processo de quarentena, ele estará sujeito a punições administrativas diante a lei (MOURA, 2015).

Controle cultural

O controle cultural consiste no uso de boas práticas agrícolas, manipulando as condições de pré-plantio e do desenvolvimento da planta, capina, podas, manejo de irrigação, adubação, coleta e descarte de frutas inviáveis, buscando favorecer o crescimento e desenvolvimento da cultura, livre de doenças e pragas agrícolas (MARVULLI et al., 2019). O método cultural mais eficaz de todas essas práticas culturais, é a coleta de frutos danificados e o descarte adequado do material em decomposição, o procedimento consiste no aterro dos frutos em buracos com 70 cm de profundidade e é usado também produtos inflamáveis para incineração dos frutos e por fim, é cobrido com terra (HAJI., et al 2000). Só assim essa prática permitirá que o ciclo da mosca dentro do pomar seja interrompido (DIMARCO et al, 2015).

Controle Genético (Técnica do Inseto Estéril)

O controle genético de pragas consiste na manipulação genética de insetos visando reduzir o potencial reprodutivo dos mesmos. É denominado também de controle autocida, pois as próprias pragas modificadas são utilizadas para terem contato com os membros da mesma espécie, fazendo com que ocorra uma redução e, até mesmo, uma erradicação em uma determinada região (MATIOLI, 2021).

A técnica envolve suprimir o crescimento populacional usando insetos estéreis criados em massa. A técnica do inseto estéril para populações de moscas-das-frutas é amplamente utilizada, embora seja cara e exija manutenção de longo prazo. Este método provou ser um método importante e bem-sucedido para o controle e erradicação de populações de *C. capitata* em determinadas áreas sob medidas de quarentena. Essa técnica também é considerada o método menos destrutivo no controle de pragas, pois visa espécies de pragas específicas e não introduz produtos tóxicos ou novo material genético nas populações de insetos alvo existentes (ENKERLIN et al., 2015).

Controle Biológico

O controle biológico pode ser realizado tanto por ação de parasitóides ou por fungos e nematoides entomopatogênicos. A ação de parasitóides consiste por meio de insetos como os braconídeos e figitídeos sobre ovos e larvas de *C. capitata* e sobre pupas no solo por meio de diaprídeos. Já o controle biológico através de fungos

entomopatogênicos é utilizado o fungo *Beauveria bassiana* (Balsamo) (SILVA et al., 2018) e o nematoide *Heterorhabditis* spp. para realizar o controle das pupas da mosca-das-frutas no solo (RAGA; SATO, 2021).

Controle Etológico

Refere-se a técnicas que usam semioquímicos para alterar o comportamento de pragas-alvo para minimizar a reprodução de espécies e/ou plantas/culturas-alvo. Esses semioquímicos podem ser feromônios de insetos, atrativos alimentares, repelentes de insetos e semelhantes. Como isca à base de proteína em programas de vigilância e captura em massa. Algumas estratégias também fazem uso extensivo de atrativos em combinação com inseticidas para atrair e matar o maior número possível de adultos (ABAD et al., 2018).

Controle Químico

O controle por produtos químicos consiste em controlar a praga por via de contato ou ingestão. A maneira comumente utilizada para o controle da mosca-das-frutas é por meio de iscas tóxicas, manipulada a base de óleos essenciais de frutas ou sucos de frutas (proteínas hidrolisadas) e inseticida. Os princípios ativos autorizados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) são dos grupos organofosforado, piretróide, neonicotinóide, neonicotinóide + piretroide e espinosina (AGROFIT, 2023; NAVA; BOTTON, 2010). Por outro lado, uso indiscriminado e intensivo desses produtos pode acarretar diversos danos para a saúde humana. Segundo o trabalho realizado por Corcino et al. (2019), no Vale São Francisco, com produtores rurais, constataram que, dos 74,6% entrevistados, apresentaram sintomas relacionados à intoxicação de agrotóxicos no decorrer da vida, como dor de cabeça, irritação na pele, tontura, espirros e coceira intensa.

2.3 Óleos essenciais e vegetais

Os óleos essenciais são compostos orgânicos naturais extraídos de várias partes da planta, como folhas, flores, raízes e casca de árvores, tendo como compostos secundários os terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados. Os metabólitos secundários são compostos de ocorrência natural produzidos em plantas com o objetivo principal de proteção contra estresses abióticos e bióticos e,

adicionalmente, possuem importante valor nutricional e farmacológico na nutrição humana e aditivos de aroma e cor (SOUZA et al., 2010).

Para a extração de óleos essenciais, vários métodos podem ser aplicados, como destilação em água (hidrodestilação), maceração, extração por solvente, método do aroma floral, gás supercrítico e micro-ondas. Dentre eles, o método mais utilizado é a destilação de água (arrasto a vapor e co-banho) (SANTOS., et al., 2004). Eles possuem inúmeras propriedades benéficas, incluindo antimicrobiano, antioxidante e inseticida. Os óleos essenciais também têm sido utilizados no campo da agricultura como uma alternativa natural aos inseticidas sintéticos (KUZEY, 2021).

Estudos demonstraram que o uso de óleos essenciais, como citronela e óleo de neem, tem atividade inseticida no controle de vários organismos pragas. Os dados das pesquisas realizadas até o momento mostram que o óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt), é muito promissor em uma gama de pragas. Lopes et al. (2023) constataram que o óleo essencial de citronela tem alcançado alta mortalidade no controle *Sitophilus zeamais* Mots; Gonzaga (2019), em seu trabalho concluiu que o óleo de *C. winterianus* tem efeito repelente em fêmeas de *C. capitata* e letais em larvas de *Drosophila*; Cavalcante (2020), constatou que o óleo essencial de citronela se mostrou bastante promissor, obtendo alta taxa de mortalidade no controle *Tetranychus urticae* Kock.

O óleo vegetal neem também vem demonstrando resultados positivos ao decorrer dos anos em uma grande diversidade de pragas. Segundo Cabral e Pinheiro (2020), o óleo neem ocasionou significativa mortalidade sobre as ninfas de cigarrinha *Empoasca kraemeri* Ross e Moore. De acordo com Ferreira (2019b), o óleo de neem, apresentou eficiência no controle da mosca-branca na dose de 1%, reduzindo a incidência em quase 50% e sendo mais eficaz na dose de 15%. No entanto, quando o óleo de neem foi combinado com o produto químico na dose de 3%, observou-se a mesma eficiência de controle do produto químico sozinho.

Em geral, o uso de óleos essenciais como bioinseticida apresentam várias vantagens em relação aos inseticidas sintéticos. Os óleos essenciais são produtos naturais e, portanto, mais ecologicamente corretos. São geralmente menos prejudiciais a organismos não-alvo, tais como insetos benéficos como abelhas, e podem ser seletivos contra pragas específicas de insetos (MARQUES, 2021).

Além disso, esses óleos são totalmente biodegradáveis e não têm efeitos adversos no meio ambiente. Os óleos de citronela e de neem também possuem propriedades antifúngicas, antibacterianas e anti-inflamatórias (FILOMENO, 2016).

Óleo essencial de citronela

O óleo essencial de citronela é derivado das folhas e caules da erva citronela, cientificamente conhecida como *C. winterianus*. É um líquido amarelo pálido a marrom com um cheiro intenso, cítrico e limonado. O óleo essencial de citronela é popularmente usado como repelente de insetos devido a seu aroma forte e avassalador que mascara odores humanos e animais, tornando desafiador para os insetos a localização de suas presas. É um inseticida natural que contém vários compostos ativos, incluindo citronelal, geraniol e citronelol, que são tóxicos para os insetos (CARNEIRO, 2015).

Estudos científicos comprovam que o óleo essencial de citronela possui moléculas que têm efeito repelente sobre o *Aedes aegypti* (Linn.) (transmissor da dengue), o mosquito *Anopheles dirus* (Peyton e Harrison) e o *Culex quinquefasciatus* (Say). Esse efeito se deve a substâncias presentes no óleo, como citronelal, geraniol e limoneno (AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY, 2004). A detecção do óleo essencial de citronela é ativada por proteínas nos poros do inseto chamadas de canais de potencial receptor transiente. Quando esses receptores moleculares são ativados, eles enviam mensagens químicas no cérebro do inseto que causam uma resposta aversiva (JUNIOR, 2011).

Na pesquisa realizada por Silva (2014), o autor comprovou que o óleo essencial de citronela interfere na histofisiologia do intestino médio e corpo gorduroso de *Spodoptera frugiperda* (Smith), além de diminuir os níveis de proteína, lipídeos e açúcares totais, e aumentar os níveis de glicogênio, causando danos na histofisiologia reprodutiva do inseto. Os insetos que receberam o tratamento do óleo, tiveram descendentes inviáveis.

Óleo de neem

O óleo vegetal do neem, também conhecido como lilás indiano ou *Azadirachta indica* A. Juss, é derivado das sementes da árvore do neem. Tem sido utilizado durante séculos como medicina tradicional na Índia e em outras partes do sudeste

asiático. O óleo é conhecido por ter propriedades inseticidas, fungicidas e antibacterianas, o que o torna um inseticida natural eficaz (FUNDAJ, 2019).

Ele interfere com o sistema hormonal do inseto, no ciclo de vida, o que afeta sua capacidade de se alimentar e reproduzir-se. Isto, por sua vez, reduz a população do inseto e evita maiores danos à cultura. Além disso, o óleo de neem é seguro para humanos e animais, tornando-o uma escolha preferida em relação aos inseticidas químicos (NIM BRASIL, 2020).

O produto comercial FitoNeem® inclui 850 g/L (85,0 % p / v) de óleo vegetal de neem, contendo Azadiractina A (2,00 g/L; 0,200% m/v) e Azadiractina B (1,00 g/L; 0,100% m/v). De acordo com a Dalneem Brasil (2020), o produto reduz a capacidade de crescimento dos insetos e desempenha um papel na regulação do crescimento. A atividade de muda é inibida e as larvas não pupam e permanecem no estágio larval e eventualmente morrem. Como refletor, FitoNeem® afeta a digestão, excreção e motilidade dos insetos; inibe o peristaltismo gastrointestinal, ou seja, produz algo semelhante à sensação de vômito no inseto e devido a esta sensação, o inseto não se alimenta na área tratada. A capacidade de deglutir também pode ser afetada. O FitoNeem® é considerado benéfico para polinizadores e predadores, além de inibir a formação de quitina (exoesqueleto). Porém, pode interromper a cópula e dá origem a adultos estéreis (DALNEEM BRASIL, 2020).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito inseticida do óleo essencial de citronela e o do óleo à base de neem FitoNeem® sobre as pupas de *C. capitata*.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar extração de óleo essencial de citronela;
- Verificar a mortalidade de pupas *C. capitata* sobre efeito do óleo essencial de citronela e do FitoNeem®.
- Observar se o óleo de citronela e o FitoNeem® provocam deformidades em adultos de *C. capitata*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, nos laboratórios de Química e Produção Vegetal e, em campo, no Horto Medicinal Orgânico.

Cultivo da Citronela

A espécie vegetal que foi utilizada no experimento foi a citronela (*C. winterianus*) obtida do Horto Medicinal do IFSertãoPE Campus Petrolina Zona Rural (9°20'06,51" S; 40°41'17,37" O e altitude 415 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSwH, ou seja, semiárido com temperaturas médias anuais elevadas (26,1°C) e precipitação média de 515 mm. As plantas foram cultivadas em sistema orgânico, irrigado por microaspersão.

Extração do óleo essencial

A coleta das folhas da planta de citronela ocorreu no dia 24/11/2022 por volta das 07:00 horas, com o auxílio de uma sacola plástica e um tesoura de poda. Posteriormente, o material foi levado ao Laboratório de Química para ser submetido à extração do óleo essencial por hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado (Figura 1).

Antes do material ser processado, o mesmo foi cortado em pequenas porções com ajuda de uma tesoura, sendo pesado em seguida em uma balança analítica, para definir o volume de água destilada necessária para a extração do óleo essencial do material.

Em um balão de extração de fundo redondo de 6.000 mL foi adicionado 239 gramas de massa fresca de folha de citronela e 2,8 litros de água destilada. Após destilação por 2 horas, o óleo foi coletado separado do hidrolato (fase aquosa). O óleo essencial extraído foi acondicionado em um eppendorf e em seguida foi armazenado em ambiente refrigerado. E por fim, foi aferido o rendimento do óleo essencial em relação a massa coleta da planta de citronela.

O rendimento foi obtido dividindo-se o volume do óleo essencial obtida pela massa das folhas da planta de citronela colocadas para a extração do óleo. O resultado foi expresso em porcentagem (FONSECA., 2012).

Figura 1: Extração do óleo essencial por hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger, IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023.



Fonte: COSTA, E.C. (2023)

Obtenção dos insetos

As pupas de *C. capitata* foram fornecidas pela Biofábrica Moscame Brasil, localizada na cidade de Juazeiro/BA. Os insetos receberam uma dieta à base de minerais, proteínas e aminoácidos durante a sua fase larval. Os principais componentes que compõem a alimentação desses dípteros foram compostas por bagaço de cana, farinha de soja, levedura de cerveja, açúcar cristal, methylparaben

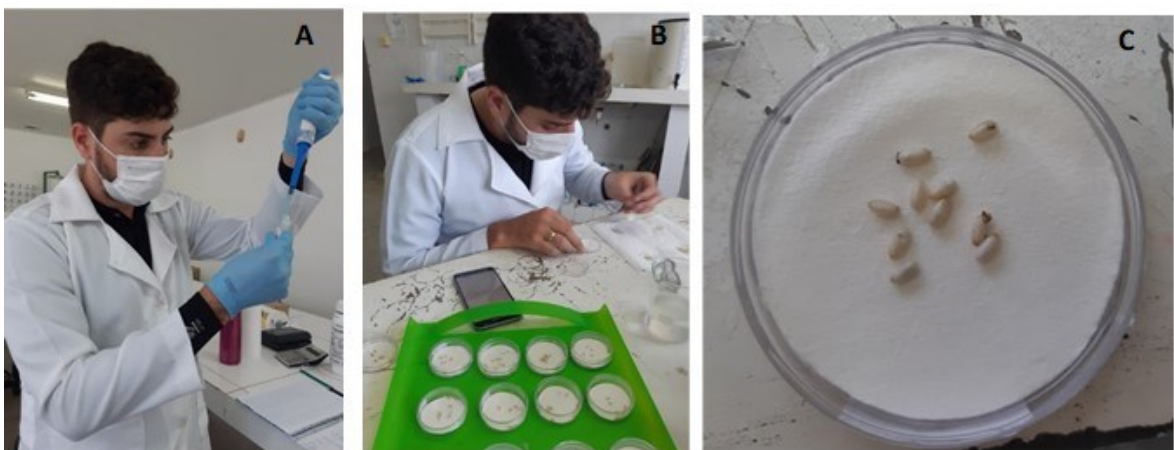
(Nipagin), benzoato de sódio, ácido cítrico, tetraciclina e água filtrada. Os insetos apresentavam 12 dias de empupadas.

Bioensaios

Para a avaliação toxicológica, o óleo essencial de citronela foi diluído em solução aquosa de Tween 80 nas concentrações: 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 e 1,5% e o óleo de FitoNeem® com as proporções de 1:1, 1:1,5, 1:2, 1:2,5 e 1:3. Como controle foi utilizado a solução aquosa de Tween 80 com água destilada. O delineamento foi inteiramente casualizado com onze tratamentos e quatro repetições. Cada unidade amostral foi composta por uma placa de Petri de acrílico com papel filtro incluindo 10 pupas com idade de ± 12 dias.

As pupas foram imersas em Becker de vidro contendo 25 mL de solução de cada tratamento e, após 30 segundos de contato, depositadas nas placas (Figura 2). Posteriormente os tratamentos foram acondicionados na B.O.D, com condições semi climatizadas ($26 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas). As avaliações foram realizadas a cada 24, por um período de 10 dias, sendo observados os insetos emergidos e sua viabilidade, com conseqüente mortalidade das pupas e deformidades, com o auxílio de um microscópio estereoscópio (Figura 3). O número de insetos deformados também foi avaliado.

Figura 2: Etapas do bioensaio, diluição dos óleos (A), aplicação dos tratamentos e secagem em temperatura ambiente dos tratamentos (B), e arena em placa de Petri de acrílico com as pupas tratadas (C), IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023.



Fonte: MARQUES, D. R. S. (2023)

Figura 3: Avaliação do efeito do óleo essencial de citronela e óleo neem Fitoneem® sobre *Ceratitis capitata* ao final de cada período de tempo, IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023.



Fonte: MARQUES, D. R. S. (2023)

Análises

Os dados de mortalidade obtidos foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925) e submetidos às análises de regressão ($p \leq 0,05$) com auxílio do Excel.

A correção de mortalidade foi realizada pela fórmula de Abbott (1925):

$$Mc = \left\{ \left[\frac{(Mo - Mt)}{(100 - Mt)} \right] \times 100 \right\}$$

Onde,

Mc: mortalidade corrigida, em função do tratamento testemunha;

Mo: mortalidade observada no tratamento com o óleo essencial de citronela e óleo de neem Fitoneem®;

Mt: mortalidade observada no tratamento da testemunha.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rendimento do óleo essencial

Segundo Tschumi (2012), o rendimento do óleo essencial (OE) é de grande importância para o meio acadêmico e industrial, só assim, é possível determinar dosagens para fins de interesse cosméticos e agrícolas. Para o cenário agrícola essa informação é crucial para saber a viabilidade do uso do OE. Assim, essa pesquisa se torna uma ferramenta a mais para os produtores rurais que estão sofrendo diversos prejuízos em suas lavouras contra pragas e doenças. Com isso, a partir deste estudo é possível estimar quanto de biomassa de citronela é necessária para produzir uma quantidade satisfatória de óleo.

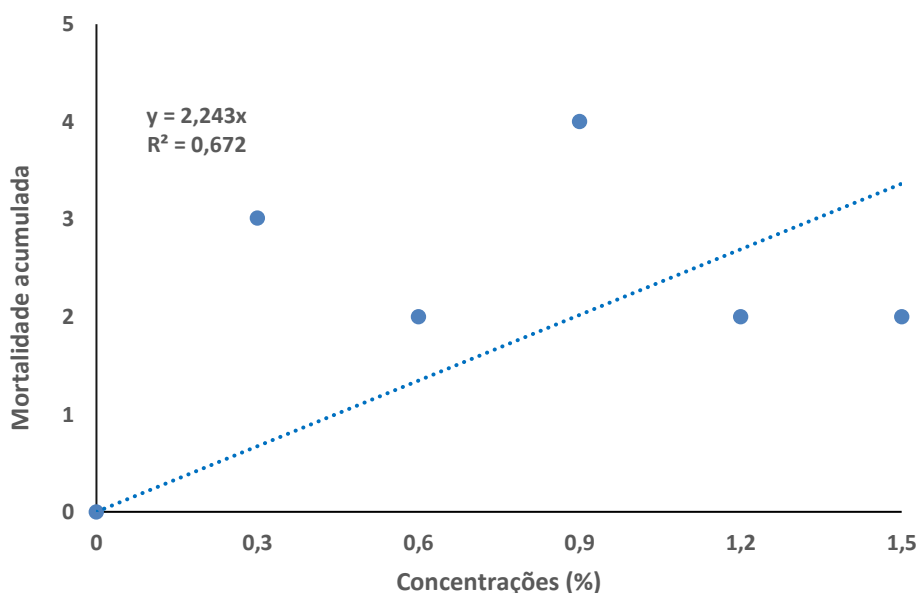
Após a extração do OE das folhas da planta de citronela (*C. winterianus*), quantificou-se um rendimento de 0,83% (V/m), utilizando 239 g de folhas, coletando 2,00 mL (volume) OE.

O aumento das concentrações de óleo essencial de citronela e a sua relação com a mortalidade acumulada foi ajustada a equação linear com significância $p < 0,05$. Os resultados indicam a necessidade de maiores concentrações desse óleo para o efetivo controle da praga *C. capitata* (Figura 4).

Comparando os resultados obtidos neste estudo com os presentes na literatura, observa-se que o óleo de citronela exerce efeitos diversos nas diferentes fases da mosca-das-frutas. Gonzaga (2019) observaram que o óleo essencial de citronela influenciou a viabilidade pupal de *C. capitata* quando as larvas foram tratadas no 3º instar, atingindo a CL_{50} na concentração de 423 (410-436) $mg \cdot mL^{-1}$. Em adultos, o incremento das concentrações do óleo de citronela diminuiu a probabilidade de emergência de fêmeas de *C. capitata*, indicando uma menor oviposição dentro dos

frutos e, conseqüentemente, menos frutos danificados pela praga (CARTAXO, 2020). Gonzaga et al (2023) constataram que o óleo essencial de citronela [*Cymbopogon nardus* (L.)] apresentou maior atividade repelente contra fêmeas de *C. capitata*, quando aplicado em frutos de goiaba Paluma por imersão em soluções aquosas nas concentrações de 100, 200, 300, 400 ou 500 mg mL⁻¹.

Figura 4: Mortalidade acumulada de *Ceratitis capitata*, submetidas a diferentes concentrações de óleo essencial de citronela, *Cymbopogon winterianus*, em laboratório, IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023.



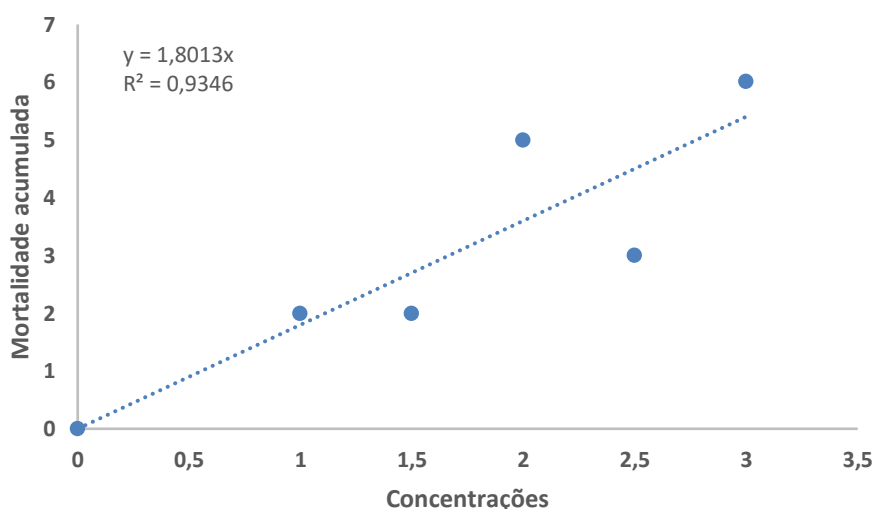
Outros autores também evidenciaram o efeito inseticida do óleo de citronela no desenvolvimento de diversas pragas. Pinheiro et al. (2013) constataram que o óleo essencial citronela a 1% (p v-1) causou mortalidade significativa para *Myzus persicae* (Sulzer) ($96,9 \pm 1,57\%$) e foi menos tóxico para *Frankliniella schultzei* (Trybom) ($34,3 \pm 3,77\%$), e os componentes majoritários do óleo foram geraniol, citronelal e citronelol. Em *S. zeamais*, o óleo de citronela provocou 93,33% de mortalidade acumulada, apresentando atividade inseticida por contato, fumigação e inalação (DEVENS, 2016). Possivelmente, a ação do óleo de citronela é decorrente do contato com o tegumento do inseto (GOMES; FAVERO, 2011).

Analisando o perfil fitoquímico do óleo essencial extraído das folhas de citronela, Nunes (2022) identificaram 20 substâncias, sendo os monoterpenos oxigenados com maior representatividade (44,66%), seguido dos sesquiterpenos hidrocarbonetos (34,57%), sesquiterpenos oxigenados (16,17%) e monoterpenos

hidrocarbonetos (1,99%). As substâncias majoritárias foram o cariofileno (26,50%) e o citronelol (26,02%).

Na Figura 2 observa-se o aumento da mortalidade de pupas de *C. capitata* de acordo com o aumento das dosagens de óleo de neem Fitoneem® ($p < 0,001$). Os resultados indicam que componentes presentes no Fitoneem® podem ultrapassar a camada de proteção das pupas, aumentando a taxa de mortalidade. Costa et al. (2016) encontraram resultados semelhantes avaliando o efeito de contato tóxico, com a aplicação do óleo de neem em *S. zeamais*.

Figura 5: Mortalidade acumulada de pupas de *Ceratitis capitata*, submetidas a diferentes concentrações do óleo de neem FitoNeem®, em laboratório, IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023.



Outras composições do neem apresentam efeitos sobre *C. capitata*. Silva (2010) utilizando torta de neem nas concentrações 10, 25, 50, 75 e 100% em larvas de terceiro ínstar de *C. capitata*, observaram efeitos altamente deletérios nas pupas da mosca-do-mediterrâneo nas concentrações de 75% e 100%. Em 50%, mais de 80% dos adultos não emergiram e o período pupal foi prolongado. As concentrações letais estimadas para matar 50% e 90% da população foram de 30,6% e 51,6%, respectivamente, concluindo que a torta de neem tem ações de contato contra o estágio larval-pupal de *C. capitata*. Os autores também verificaram que a fase de pupa se mostrou a melhor variável para representar o efeito da torta sobre *C. capitata*. Silva et al (2013) avaliaram o efeito subletal de extratos de *A. indica* sobre a longevidade e

fertilidade *C. capitata*. Os autores constataram que o período de pré-oviposição não foi afetado pelos extratos, mas que afetaram a fecundidade e a fertilidade, reduzindo em 80% o número de ovos colocados e a viabilidade dos ovos em 30%, no 8º dia.

França et al. (2010) observaram que o produto comercial Organic Neem®, composto de óleo de neem a 0,37% (3.686 ppm), nas concentrações de 0,5%, 1% e 1,5% não afetou significativamente a emergência de *C. capitata*. Schlesener et al. (2013) também encontraram variações nas composições do Azamax® (azadiractina A/B, 12g/L) e Neemseto® (azadiractina A/B) sobre *T. urticae*. Os dados demonstraram uma mortalidade máxima do ácaro rajado em 89,7% e 91,5% para Azamax® e Neemseto®, respectivamente.

De acordo com Silva (2010), a *Azadirachta* atua como um regulador de crescimento na mosca-do-mediterrâneo, o caracterizando atrasos no desenvolvimento, deformação e mortalidade nos insetos (MORDUE et al., 2005).

Mossini e Kemmelmeier (2005) avaliando a composição do neem, relataram a presença de 20 compostos que pertencem à classe dos produtos naturais conhecidos por triterpenos, mais especificamente limonóides, que têm demonstrado habilidade em bloquear o desenvolvimento de pragas agrícolas. Dentre esses, destaca-se o azadiractina e o 3-tigloilazadiractol com atividade biológica sobre insetos (SILVA, 2014). Baseado nisso, Corrêa et al. (2022) relatam que cada parte da planta de neem possui características químicas próprias, as quais são responsáveis pelas diferentes aplicações e suas peculiaridades. Em cascas do caule, o extrato apresentou saponinas, antraquinonas e taninos, e em extrato das folhas, foram identificados os flavonoides. Essa variação da composição química está relacionada muitas vezes aos efeitos do ecossistema. Os autores afirmam que as condições de plantio, cultivo, preparo e tratamento do neem pode garantir a manutenção do controle de qualidade do princípio ativo e propiciar um melhor aproveitamento da sua composição. A idade da planta, à época do ano de coleta do material vegetal e os processos de extração e quantificação desses metabólitos também podem variar (CHAMBERLAIN et al., 2000; MUÑOZ-VALENZUELA et al., 2007).

Além da mortalidade foram contabilizados o número de moscas-das-frutas deformadas. No tratamento realizado com o óleo de citronela, observou-se que 2% dos adultos apresentaram deformidades nas asas e para o FitoNeem®, o percentual foi de 1,5%. Esses insetos não apresentavam asas desenvolvidas e dificuldade de

locomoção com o par de pernas anterior, quando comparado com a testemunha (Figura 6).

Figura 6: Insetos defeituosos de *Ceratitis capitata*, submetidas a diferentes concentrações do óleo de neem FitoNeem®, em laboratório, IFSertãoPE, Petrolina-PE, 2023.



Fonte: MARQUES, D. R. S. (2023)

Efeito também observado por Salles e Rech (1999), onde constataram que todos os tratamentos com extrato de neem, os insetos não conseguiram expandir suas asas normalmente, esse mesmo efeito inseticida também foi observado em insetos de *C. capitata*, *Dacus dorsalis* Hendel e *Dacus cucurbitae* Coquillett, por Stark et al. (1990). Segundo Silva (2010), alguns insetos de *C. capitata* submetidos aos tratamentos com extrato de neem também apresentaram adultos defeituosos, principalmente tratando-se de asas não desenvolvidas.

Dessa forma, o uso dos óleos de citronela e do óleo de neem FitoNeem® podem ser uma alternativa no manejo da moscas-das-frutas em videira, sendo uma opção promissora para o manejo da praga, visando a utilização de produtos menos agressivos ao meio ambiente. Uma das alternativas é aplicação desses produtos via fertirrigação em condições de campo, com o objetivo de atingir as pupas que ficam no solo antes de emergirem para a fase adulta. Entretanto, faz-se necessário estudos de dosagens em campo, frequência de aplicação, profundidade do

CONCLUSÃO

A extração do óleo essencial de citronela apresentou um rendimento de 83% (V/m).

O óleo essencial de citronela e o óleo de neem FitoNeem® afetam o desenvolvimento pupal de *C. capitata*, causando mortalidade e deformidades em adultos.

O óleo essencial de citronela e o óleo de neem FitoNeem® podem ser uma opção promissora no controle de *C. capitata* no estágio pupal.

REFERÊNCIAS

- ABAD, C. E. et al. Modelo de fluctuación poblacional de moscas de la fruta *Ceratitis capitata* (Wiedemann 1824) y *Anastrepha* spp (Diptera: Tephritidae) en dos rutas en el municipio de Caranavi, Bolivia. **Journal of the Selva Andina Research Society**, v. 9, n. 1, p. 3-24, 2018.
- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of on insecticide. **Journal Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.
- ABRAFRUTAS. Principal praga do Vale do São Francisco, mosca das frutas tem controle em só 10% da área irrigada. 2020. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2020/07/principal-praga-do-vale-do-sao-francisco-mosca-das-frutas-tem-controle-em-so-10-da-area-irrigada/>>. Acesso em 03/02/2023.
- AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. DEET (N,N-Diethylmeta-toluamide) Chemical Technical Summary for Public Health and Public Safety Professionals. Atlanta, Georgia. 2004. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/consultations/deet/pharmacokinetics.html> Acesso em: 27 mai 2023.
- AGROFIT. 2023. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília: MAPA. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 06 jun 2023.
- AIRES, M. V. L.; MODESTO, R. M. G. e SANTOS, J. S. Os benefícios da uva na saúde humana: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, 2021.
- ARAÚJO, J. F.; SILVA, S. dos A. B. e ARAÚJO, J.F. Cultura da uva. In: ARAÚJO, J.F et al., (Org.) Manual técnico sobre mercados e canais de comercialização de culturas agrícolas no submédio São Francisco. Bookerfield Editora, c. 7, p. 143-164, 2022.
- BARBOSA, E. **Fruticultura alavanca empregos no Vale do São Francisco**. Folha de Pernambuco, 2019. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/economia/fruticultura-alavanca-empregos-no-vale-do-sao-francisco/123315/>. Acesso em 29.03.2023.
- BEZERRA, M. G. Pós-colheita de uvas Sugar Crisp® cultivadas na região do vale do submédio do São Francisco. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina - PE, 2022.

BIROLO, F. Produtores do Vale do São Francisco devem adotar técnicas para reduzir a população de mosca-das-frutas. EMBRAPA, 2013.

CABRAL, M. J.; PINHEIRO, R. A. Bioatividade do óleo de Neem em adultos de cigarrinha *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae). **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2; 2021.

CANDIA, I. F. The invasive mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera; Tephritidae): life history, ecology, behaviour and its implication in ethological management. Introductory paper at the Faculty of Landscape Architecture, Horticulture and Crop Production Sciences. 29p. 2018.

CARNEIRO, V. W. Óleo essencial de citronela: Avaliação do seu potencial como repelente veiculado em uma loção cremosa. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Farmácia). Universidade Federal da Paraíba Centro de Ciências da Saúde Departamento de Ciências Farmacêuticas, João Pessoa – PB, 2015.

CARTAXO, P. H. A. Óleos essenciais no controle de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB Fevereiro de 2020.

CAVALCANTE, R. E. R. Potencial acaricida de óleos essenciais de plantas medicinais sobre *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina - PE, 2021.

CHAMBERLAIN, J. R.; CHILDS, F.J.; HARRIS, P.J.C. An introduction to Neem, its use and genetic improvement. Improvement of neem (*Azadirachta indica*) and its potential benefits to poor farmers in developing countries. 2000. Forestry Research Programme of the Renewable Natural Resources. Department for International Development, 2000.

COMEXSTAT. Sistema de Estatísticas do Comércio Exterior. Exportação e importação geral. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral> Acesso em: 21 abri 2023.

CORCINO, C. O., et al. Evaluation of the effect of pesticide use on the health of rural workers in irrigated fruit farming/Avaliacao do efeito do uso de agrototoxicos sobre a saude de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 8, p. 3117-3129, 2019.

CORRÊA, T. A. et al. NIM (*Azadirachta indica*): aspectos fitoquímicos e anatômicos. In MIRANDA, L. M. D. (Org.). **Fitoquímica**: potencialidades biológicas dos biomas brasileiros, v. 1, n. 1, p. 99-115, 2022.

COSTA, E. M. et al. Aqueous extract of neem seeds in the control of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) in the melon. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 401-406, 2016

DALNEEM BRASIL. Bula do produto FitoNeem. 2020. Disponível em: <https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/fitoneem0920.pdf>. Acesso em: 23 abr 2023.

- DEVENS, G. Efeito inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* Mots., 1885 (Coleoptera: Curculionidae). Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas – Licenciatura), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2016.
- DIMARCO, C. E. S.; BARBOZA, L. G. e SANTOS, W. R. Adoção de manejo sustentável no combate às moscas-das-frutas. **EXTRAMUROS-Revista de Extensão da UNIVASF**, v. 3, n. 2, p. 53-64, 2015.
- ENKERLIN, W. et al. Area freedom in Mexico from mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): a review of over 30 years of a successful containment program using an integrated area-wide SIT Approach. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 2, p. 665-681, 2015.
- FERREIRA, J. M. S. Efeito do microclima na população de *Ceratitis capitata* em pomares de mangueira e videira. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro - BA, 2019a.
- FERREIRA, T. G. Óleo de neem e inseticida no controle de mosca branca na cultura do feijoeiro. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica Curso de Agronomia. Anápolis-Go 2019b.
- FILOMENO, C. A. Composição química e atividade inseticida de óleos essenciais de espécies de myrtaceae contra *Plutella xylostella* e *Rhyzopertha dominica*. Tese (Doutorado em Agroquímica) Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa, Viçosa Minas Gerais – Brasil 2016.
- FONSECA, C. M. F. Óleos essenciais em contexto escolar. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do ensino Básico e no Ensino secundário) UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR – Ciências. Covilhã, 2012.
- FONTES, E. M. G; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 510 p.
- FRANÇA, C. D. et al. Efeito do nim (*Azadirachta indica*) na mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) e seu parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, n.1, p.57-64, 2010.
- FUNDAJ. Nim (Neem) - *Azadirachta indica* A. Juss - A Árvore das Mil e uma Utilidades. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/plantas-xerofilas/nim-neem-azadirachta-indica-a-juss-a-arvore-das-mil-e-uma-utilidades>. 2019. Acessado em: 25 mai 2023.
- GERUM, A. F. A. de A.; SANTOS, G. S.; SANTANA, M. do A.; SOUZA, J. da S.; CARDOSO, C. E. L. **Fruticultura tropical**: potenciais riscos e seus impactos. Embrapa Mandioca e Fruticultura Cruz das Almas, BA. Ed. 1, 2019. 28p.
- GIOVANNINI, E. **Manual de viticultura**: série Tekne. Bookman Editora, v.1, p. 2-4, 2014.
- GOMES, S. P.; FAVERO, S. Avaliação de óleos essenciais de plantas aromáticas com atividade inseticida em *Triatoma infestans* (Klug, 1834) (Hemiptera: Reduviidae). **Revista Acta Scientiarum**, v. 33, n. 2, p. 147-151, 2011.

GONZAGA, K. S. et al. Repellent activity of essential oils against mediterranean fly and their effects on postharvest quality in paluma guava. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 2, p. 280-290, 2023.

GONZAGA, K. S. Óleos essenciais e fungos no manejo de mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata*) (Wied, 1824) e influência na qualidade de frutos da goiabeira. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba Centro De Ciências Agrárias Programa De Pós-Graduação em Agronomia. Areia - PB Fevereiro – 2019.

GUPTA, M. et al. Grape seed extract: Having a potential health benefits. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, p. 1205-1215, 2020.

HAJI, F. N. P. et al. Pragas e alternativas de controle. In: SOARES, J. M. e LEÃO P. C. S. A. (Edi.) Vitivinicultura no semiárido brasileiro. Embrapa Informação Tecnológica Brasília, DF Embrapa Semi-Árido Petrolina/PE, ed. 1, c. 12, p. 525 - 527, 2009.

HAJI, F. N. P.; DE ALENCAR, J. A.; BARBOSA, F. R. Principais pragas da cultura da uva no submédio do Vale do São Francisco. EMBRAPA. p 15. 2000.

HAJI, F. N. P; ALENCAR, J. A. de. Pragas da videira e alternativas de controle. In: Viticultura no Semi-Árido Brasileiro. EMBRAPA SEMIARIDO, 2000.

IHERING, H. VON. Laranjas bichadas. **Revista Agrícola**, v. 6, p. 179-181,1901.

JUNIOR, A. A. Afaste os insetos com citronela. **Agropecuária Catarinense**, v. 24, n. 2, p. 19-20, 2011. Disponível em: <<http://campoere.com/noticias/2404/afaste-os-insetos-com-citronela>>. Acesso em: 03 mai 2023.

KUZEY, C. A. Óleos essenciais: aspectos gerais e potencialidades. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia Gestão do Agronegócio) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha –Campus Santo Ângelo / RS. 2021.

LEÃO, P. C. S. Inovação e pesquisa científica para a vitivinicultura tropical: contribuições da Embrapa Semiárido. Embrapa Semiárido, **Anais... Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.17, n.2, p. 23-61, 2020.

LOPES, S. Z. B. et al. Influência do óleo essencial de citronela na repelência e mortalidade de *Sitophilus zeamais*. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 4, 2023.

MARQUES, R. T. Desenvolvimento de formulações à base de d-limoneno para o controle da mosca-branca (*Bemisia tabaci*). Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal de São Carlos Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia Departamento de Química Programa de Pós-Graduação em Química. São Carlos – SP. 2021.

MARVULLI, M. V. N.; COSTA, G. S.; GARCIA, É. A. Métodos de controle alternativos para defesa fitossanitária em propriedades rurais orgânicas. Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio. **Anais Sintagro**, v. 11 n. 1, 2019.

MATIOLI, T. F. **Manejo Integrado de Pragas (MIP)**: controle genético. 2021. Disponível em: <https://blog.chbagro.com.br/manejo-integrado-de-pragas-mip-controle-genetico>. Acesso em: 20 jun 2023.

MELLO L. M. R. E MACHADO: C. A. E. Vitivinicultura brasileira: panorama 2019. Embrapa, Bento Gonçalves, RS Julho, 2020.

- MORDUE, (LUNTZ) A. J.; MORGAN E., D.; NISBET A. J. *Azadirachtin*, a natural product in insect control, in: GILBERT L.I., IATROU K., GILL S.S. (Eds.), *Comprehensive molecular insect science*, Elsevier, Amst., Neth., 2005.
- MOSSINI; C.; KEMMELMEIER A. A árvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): múltiplos usos. *Acta Farm. Bonaerense*, v. 24, n. 1, p. 139-48, 2005.
- MOURA, A. P. Circular Técnica. Manejo integrado de pragas: estratégias e táticas de manejo para o controle de insetos e ácaros-praga em hortaliças. EMBRAPA, Brasília-DF, 2015.
- MOURA, M. F.; HERNANDES, J. L. e JÚNIOR, M. P. Uvas de interesse econômico para vinificação e consumo *in natura*. **Revista Visão Agrícola**, v. 14, p. 8-13, 2021.
- MUÑOZ-VALENZUELA, S. et al. Neem tree morphology and oil content. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (eds.). *Issues in new crops and new uses*. Alexandria, VA: ASHS Press, 2007.
- NACHTIGAL, J. C.; MAZZAROLO, A. Cultura da uva. In: MIELE, A. et al. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Embrapa Informação Tecnológica Brasília, DF. c. 2, p. 26-27, 2008.
- NASCIMENTO, D. V. S. Viticultura irrigada-sinônimo de riqueza econômica no vale do São Francisco: prospecção da comercialização da uva em meio à crise covid 19. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina - PE, 2021.
- NASCIMENTO, E. F. Agricultura sustentável uma forma de mudar o mundo. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Graduação em Ciências Biológicas, Araranguá, 2022.
- NAVA, D. E.; BOTTON, M. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro. Embrapa Clima Temperado Pelotas, RS 2010.
- NIM BRASIL. Óleo de Neem: uma ferramenta eficaz contra bicho-mineiro. 2020 Disponível em: < <https://www.nimbrasil.com.br/oleo-de-neem-uma-ferramenta-eficaz-contrabicho-mineiro/>>. Acesso em: 20 mai 2023.
- NUNES, D. D. Potencial do óleo essencial de *Xylopiya ochrantha* Mart. e *Cymbopogoni winterianus* Jowitt. Ex Bor como inseticidas botânicos no controle de *Dysdercus peruvianus* (Guérin-Méneville, 1831) e *Oncopeltus fasciatus* (Dallas, 1852). Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense, Nitérois. 2022. 135p.
- OIV. Estadísticas mundiales, 2021. Disponível em: <https://www.oiv.int/es/what-we-do/global-report?oiv> . Acesso em: 27 mai 2023.
- OLIVEIRA, A. C. S. Inseticidas venenos axônicos: Levantamentos dos registros realizados no Brasil Em 2019 e seus efeitos sobre a biodiversidade e a saúde humana. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Gestão Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Três Rios - RJ Dezembro – 2019.
- PARANHOS, B. J. et al. Monitoramento de moscas-das-frutas e o seu manejo na fruticultura irrigada do Submédio São Francisco. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Feira Nacional da Agricultura Irrigada FENAGRI, Petrolina. Minicursos: apostilas. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004.

- PARANHOS, B. J.; PACHECO, M. G. A mosca-das-frutas e a comercialização de uvas. In: Embrapa Semi-Árido. I Simpósio Internacional de Vitivinicultura do Submédio São Francisco. 2008.
- PICANÇO, M. C. **Manejo integrado de pragas**. Universidade Federal de Viçosa Departamento de Biologia Animal, Viçosa - MG, 2010.
- PINHEIRO, P. F. et al. Insecticidal activity of citronella grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.37, p. 138-144, 2013.
- RAGA, A. et al. In: SILVA, R. A. (Org.) Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. EMBRAPA editora, Embrapa Amapá, Macapá – AP. c. 7, p. 111-114, 2011.
- RAGA, A.; FILHO, M. F. S. Mosca-das-Frutas. In: VOLPE, H. X. L. (Org.) Manual de moscas-das-frutas medidas para o controle sustentável. Araraquara (SP) Fundecitrus editora, p. 20-30, 2021.
- RAGA, A.; SATO, M. E. Controle químico de moscas-das-frutas. Governo do Estado de São Paulo Secretaria de Agricultura e Abastecimento Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios Instituto Biológico. Documento Técnico 20. P 1-14. 2016.
- RONCHI-TELES, B.; DA SILVA, N. M. Primeiro registro de ocorrência da mosca-do mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na Amazônia Brasileira. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, n. 3, p. 569-570, 1996.
- SÁ, N. C; SILVA, E. M. S.; BANDEIRA, A. S. A cultura da uva e do vinho no Vale do São Francisco. **Revista de Desenvolvimento Econômico - RDE**, p. 461-491, 2015.
- SALLES, L. A.; RECH, N. L. Efeito de extratos de nim (*Azadirachta indica*) e cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 5, n. 3, p. 225-227, 1999.
- SANTOS, A. S., et al. Descrição de Sistema e de Métodos de Extração de Óleos Essenciais e Determinação de Umidade de Biomassa em Laboratório. Comunicado Técnico, **Embrapa**, 2004.
- SCHLESENER, D. C. H.; et al. Efeitos do nim sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e os predadores *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (Mcgregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n.1, p. 59-66, 2013.
- SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Fruticultura: moscas-das-frutas (biologia e manejo). Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), ed. 1, Brasília: SENAR, 2016.
- SILVA, J. C. et al. Aplicando cepas de fungos entomopatogênicos em solo natural para o controle de *Ceratitis capitata*. Anais da XIII Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, 2018.
- SILVA, J. G.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A. First report of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in the Eastern Amazon, Pará, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 81, n. 4, p. 574-577, 1998.

- SILVA, M. A et al. Efeito subletal do extrato de nim em adultos de moscas-das-frutas mediterrâneas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 3, n. 5, p. 93-101, 2013.
- SILVA, M. A. Avaliação do potencial inseticida de *Azadirachta indica* (Meliaceae) visando ao controle de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). Dissertação (Ciências). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”. Piracicaba, 2010.
- SILVA, M. A. Perspectiva do emprego de limonoides do nim (*Azadirachta indica*) no controle comportamental de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2014.
- SILVA, P. C. G.; CORREIA, R. C. Cultivo da Videira. Sistemas de Produção Embrapa Embrapa Semiárido, 2010.
- SILVA, R. A., et al. Conhecimento sobre moscas-das-frutas no Estado do Amapá. In: RAGA, A., et al. Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. 1 edi., c. 15, p. 229-232. Embrapa Amapá Macapá, AP 2011.
- SOUZA, A. M.; MEIRA, M. R.; FIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R. Óleos essenciais: aspectos econômicos e sustentáveis. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 10, p. 1-11, 2010.
- SOUZA, A. M.; MEIRA, M. R.; FIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R. Óleos essenciais: aspectos econômicos e sustentáveis. Enciclopédia Biosfera, v. 6, n. 10, p. 1-11, 2010.
- STARK, J. D.; VARGAS, R. I.; THALMAN, R. H. Azadiracthin effects on metamorphosis, longevity and reproduction of three tephritid fruit fly species (Diptera). **Journal of Economic Entomology**, v. 83, n. 6, p. 2168-2174, 1990.
- TSCHUMI, H. S. A Gestão de uma Adequação Tecnológica: um Estudo de Caso na Indústria de Óleos Essenciais em Santo Amaro da Imperatriz - SC. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2012.
- VIDAL, M. F. Produção comercial de frutas na área de atuação do BNB. Banco do Nordeste, 2021.
- ZANARDI, O. Z. et al. Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em caqui, macieira, pessegueiro e videira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 682-688, 2011.