



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DA BIODIVERSIDADE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL**  
**SUSTENTÁVEL**

**LAYS LAIANNY AMARO BEZERRA**

**USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DO PULGÃO PRETO DO**  
**FEIJOEIRO *Aphis craccivora* Koch (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

**CRATO-CE**  
**2023**

LAYS LAIANNY AMARO BEZERRA

**USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DO PULGÃO PRETO DO  
FEJJOEIRO *Aphis craccivora* Koch (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável da Universidade Federal do Cariri, como requisito à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional Sustentável.

Linha de pesquisa: Meio Ambiente

Sublinha: Controle de pragas agrícolas e urbanas, vetores de doenças ao homem e animal, manejo agroecológico de pragas e inventários da entomofauna.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo

**CRATO  
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação.  
Universidade Federal do Cariri.  
Sistema de Bibliotecas.

---

B574u Bezerra, Lays Laianny Amaro.

Uso de óleos essenciais no controle do pulgão preto do feijoeiro *Aphis craccivora* koch (HEMIPTERA: APHIDIDAE) / Lays Laianny Amaro Bezerra. – 2023.  
73 f.: il. color.30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Cariri, Programa de Pós- graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER), Crato, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo.

1. Feijão - caupi. 2. Método alternativo. 3. Afídeos. I. Título.

CDD 633.33

---

Bibliotecária: Glacínésia Leal Mendonça - CRB 3/ 925

LAYS LAIANNY AMARO BEZERRA

**USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DO PULGÃO PRETO DO  
FEIJOEIRO *Aphis craccivora* Koch (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável da Universidade Federal do Cariri, como requisito à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional Sustentável


Aprovada em: 04/04/2023

**BANCA EXAMINADORA**




---

Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo (Orientador)  
Presidente da banca examinadora  
Universidade Federal do Cariri (PRODER/UFCA)

Documento assinado digitalmente  
 FRANCISCO JOSE DE PAULA FILHO  
Data: 03/05/2023 14:06:45-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Francisco José de Paula Filho (Membro Interno)  
Universidade Federal do Cariri (PRODER/UFCA)

Documento assinado digitalmente  
 WALTER SANTOS EVANGELISTA JUNIOR  
Data: 03/05/2023 15:21:58-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Walter Santos Evangelista Júnior (Membro externo)  
Universidade Federal Rural do Pernambuco (UFRPE)

À Deus. Aos meus pais, Paulo Bezerra e  
Maria do Carmo. À minha irmã, Larissa  
Bezerra. Gratidão!

## **AGRADECIMENTOS**

Acima de tudo a Deus, que me concedeu o dom da vida, saúde e capacidade para alcançar todos os meus objetivos. Tudo posso naquele que me fortalece.

Aos meus pais, Paulo Bezerra e Maria do Carmo que me ensinaram os valores da vida, estão sempre a me apoiar e são a minha base. Vocês são os melhores pais que eu poderia ter, gratidão por fazer o impossível para ver minha felicidade e sucesso.

A minha irmã, Larissa Bezerra que representa o real significado de família e lealdade, que é minha grande amiga e parceira de todos os momentos.

Ao meu companheiro, Ítalo Bruno que nunca mediu esforços para me ajudar e está ao meu lado independente da situação. Você é um presente que Deus enviou, tenho muita sorte de tê-lo ao meu lado.

Ao meu orientador, Prof. Francisco Roberto de Azevedo pelos ensinamentos passados, paciência e dedicação a este trabalho.

Aos técnicos Flávio e Raul por todo apoio e ajuda durante o experimento.

Aos colegas e amigos do curso do Mestrado, em especial à Maria Clara, Igliane, Angélica, Tamyres e Ana Ruth, que dividiram comigo tantos momentos de aflição e de conquistas.

As minhas amigas de infância que sempre estiveram comigo e nunca me deixaram desistir, Bruna e Amanda.

A Universidade Federal do Cariri – UFCA, pela propagação do ensino e oportunidades de crescimento intelectual disponibilizada.

A Capes pelo apoio financeiro que permitiu a realização desse experimento e minha permanência no programa.

A Embrapa Algodão pela parceria e concessão da casa de vegetação para uso no meu trabalho, por meio do pesquisador Dr. Fábio Aquino de Albuquerque.

A todos que de alguma forma contribuíram para a minha vida pessoal e profissional.

“Ainda que a minha mente e o meu corpo enfraqueçam, Deus é a minha força, ele é tudo o que eu sempre preciso” Salmos 73:26.

## RESUMO

O pulgão preto *Aphis craccivora* Koch 1854 é uma das principais pragas da cultura do feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Em virtude da necessidade de encontrar métodos eficazes e seguros de controle, tem-se aumentado as pesquisas buscando alternativas naturais, tais como o uso de óleos essenciais com propriedades inseticidas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial dos óleos medicinais de jatobá *Hymenaea courbaril*, copaíba *Copaifera langsdorffii* e aroeira *Schinus terebinthifolius* para controlar ninfas e adultos de *A. craccivora*. Os biotestes foram conduzidos em duas etapas: a primeira no Laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade Federal do Cariri (UFCA), no Crato-CE e a segunda em casa de vegetação na Embrapa Algodão, em Barbalha. Os óleos foram extraídos das folhas pelo método de hidrodestilação em aparelho destilador tipo Clevenger. Os tratamentos dos testes em laboratório consistiram nos óleos essenciais das plantas a 0,1%, + água destilada e o solvente Dimetilsulfóxido 2% (DMSO), além da testemunha com água destilada + o solvente. Cada tratamento possuiu quatro repetições, cada uma constituída por uma folha de feijão-caupi mantida no interior de uma placa de Petri contendo algodão umedecido, onde foram colocados 10 insetos e feitas as pulverizações de 0,5 mL dos respectivos óleos. As placas permaneceram em B.O.D à temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas, e depois de transcorridos 24, 48, 72, 96 e 120 horas de exposição, foram realizadas leituras nos tratamentos considerando mortos os insetos que não reagissem a um estímulo mecânico com um pincel de cerdas finas. Os testes foram feitos inicialmente com ninfas do inseto e posteriormente com adultos ápteros. Já os testes em casa de vegetação consistiram em plantas de *V. unguiculata* com 30 dias após a semeadura. O tratamento utilizado foi aquele que obteve o melhor resultado nos testes de laboratório (óleo de aroeira). A exposição aos óleos e as leituras dos tratamentos ocorreram conforme descrito para análise em laboratório. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, análise de regressão e eficiência de mortalidade. Os resultados para a primeira fase do experimento conferem que o óleo de aroeira foi o mais eficiente, apresentando 83,33% e 75,75% de eficiência de mortalidade em ninfas e adultos, respectivamente, após 120 horas de exposição. Nos testes em casa de vegetação, esse mesmo óleo apresentou 73,52% e 62,85%, para ninfas e adultos, respectivamente, abrindo novas perspectivas quanto à sua utilização como inseticida natural para o controle do pulgão preto do feijoeiro, contribuindo de maneira econômica, social e ambiental com o viés da sustentabilidade. O componente  $\alpha$ -pinene encontrado no óleo da aroeira é o majoritário, havendo, portanto, a necessidade de mais estudos com ele isolado.

**Palavras-chave:** Método alternativo. Feijão-caupi. Afídeos.



## ABSTRACT

The black aphid *Aphis craccivora* Koch 1854 is one of the main pests of cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Due to the need to find effective and safe methods of control, research has been increasing looking for natural alternatives, such as the use of essential oils with insecticidal properties. Thus, the objective of this work was to evaluate the potential of the medicinal oils of jatobá *Hymenaea courbaril*, copaiba *Copaifera langsdorffii* and mastic *Schinus terebinthifolius* to control nymphs and adults of *A. craccivora*. The biotests were conducted in two stages: the first at the Agricultural Entomology Laboratory of the Federal University of Cariri (UFCA), in Crato-CE and the second in a greenhouse at Embrapa Algodão, in Barbalha. The oils were extracted from the leaves by the hydrodistillation method in a Clevenger-type distiller. The treatments of the laboratory tests consisted of the essential oils of the plants at 0.1%, + distilled water and the solvent Dimethylsulfoxide 2% (DMSO), in addition to the control with distilled water + the solvent. Each treatment had four repetitions, each consisting of a cowpea leaf kept inside a Petri dish containing moistened cotton, where 10 insects were placed and sprays of 0.5 mL of the respective oils were made. The plates remained in B.O.D at a temperature of  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , relative humidity of  $70 \pm 10\%$  and photophase of 12 hours, and after 24, 48, 72, 96 and 120 hours of exposure, readings in the treatments considering dead the insects that did not react to a mechanical stimulus with a brush with fine bristles. Tests were initially performed with insect nymphs and subsequently with wingless adults. The tests in the greenhouse consisted of *V. unguiculata* plants 30 days after sowing. The treatment used was the one that obtained the best result in laboratory tests (mastic oil). Exposure to oils and treatment readings occurred as described for laboratory analysis. The data obtained were submitted to analysis of variance, regression analysis and mortality efficiency. The results for the first phase of the experiment show that mastic oil was the most efficient, with 83.33% and 75.75% mortality efficiency in nymphs and adults, respectively, after 120 hours of exposure. In tests in a greenhouse, this same oil showed 73.52% and 62.85% for nymphs and adults, respectively, opening up new perspectives regarding its use as a natural insecticide to control the black bean aphid, contributing in an economic, social and environmental way with the bias of sustainability. The  $\alpha$ -pinene component found in mastic oil is the major component, therefore, there is a need for further studies with it alone.

**Keywords:** Alternative method. Cowpea. Aphids.

## LISTA DE SIGLAS

<b>ANOVA</b>	Análise de Variância
<b>B.O.D.</b>	Demanda Bioquímica de Oxigênio
<b>CCAB</b>	Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade
<b>GC</b>	Cromatografia Gasosa
<b>GC-MS</b>	Cromatografia Gasosa em Detector de Seletiva de Massas
<b>DL<sub>50</sub></b>	Dose Letal Mediana
<b>DMSO</b>	Dimetilsufóxido
<b>Embrapa</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>ICMBio</b>	Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade
<b>LTP</b>	Laboratório de Tecnologia de Produtos
<b>MAPA</b>	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<b>SISBio</b>	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
<b>UFCA</b>	Universidade Federal do Cariri
<b>URCA</b>	Universidade Regional do Cariri

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura geral de um isopreno.....	25
Figura 2 – Estrutura geral de um composto fenólico.....	26
Figura 3 – Estrutura geral de um composto nitrogenado.....	27
Figura 4 – Representação esquemática do cromatógrafo a gás. Fonte: FARIAS, 2008.....	27
Figura 5 – Extração de óleo essencial pelo método de hidrodestilação em aparelho destilador tipo Clevenger. Crato – CE, 2022.....	36
Figura 6 – Placa de Petri contendo folha de feijoeiro e ninfas do <i>Aphis craccivora</i> para realização do teste de mortalidade em laboratório. Crato – CE, 2022.....	38
Figura 7 – Amostras experimentais postas em câmara de B.O.D. Crato – CE, 2022.....	39
Figura 8 – Biotestes em casa de vegetação. Barbalha – CE, 2022.....	40
Figura 9 – Curvas de eficiência de mortalidade (%) de ninfas e adultos do pulgão preto <i>Aphis craccivora</i> submetidos a 0,1 % de óleos essenciais de Aroeira <i>Schinus terebinthifolius</i> , Copaíba <i>Copaifera langsdorffii</i> e Jatobá <i>Hymenaea courbaril</i> em cinco períodos de exposição condições de laboratório. Crato - CE,2022.....	44
Figura 10 – Análise de regressão da mortalidade de indivíduos de <i>Aphis craccivora</i> sob óleo essencial de Aroeira <i>Schinus terebinthifolius</i> pelo período de exposição (horas) em laboratório. Crato – CE, 2022.....	47
Figura 11 – Análise de regressão da mortalidade de indivíduos de <i>Aphis craccivora</i> sob óleo essencial de <i>Copaifera langsdorffii</i> pelo período de exposição (horas) em laboratório. Crato – CE, 2022.....	47
Figura 12 – Análise de regressão da mortalidade de indivíduos de <i>Aphis craccivora</i> sob óleo essencial de Jatobá <i>Hymenaea courbaril</i> pelo período de exposição (horas) em laboratório. Crato – CE, 2022.....	48
Figura 13 – Curvas de eficiência de mortalidade (%) do pulgão preto <i>Aphis craccivora</i> submetidos a 0,1 % do óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> em cinco períodos de exposição da calda em horas e eficiência de mortalidade em porcentagem em condições de casa de vegetação. Barbalha - CE, 2022.....	49

Figura 14 – Análise de regressão da mortalidade de indivíduos de *Aphis craccivora* sob óleo essencial de Aroeira *Schinus terebinthifolius* pelo período de exposição (horas) em casa de vegetação. Crato – CE, 2022.....50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Rendimento dos óleos essenciais das três espécies em estudo. Crato - CE, 2022.....	42
Tabela 2 - Quadro de análise de variância com interações entre óleos e períodos de exposição. Crato - CE, 2022.....	46
Tabela 3 - Quadro de análise de variância com interações entre óleos e períodos de exposição para os testes em casa de vegetação. Crato - CE, 2022.....	49
Tabela 4 - Análise qualitativa por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (CG-EM) e quantitativa por cromatografia gasosa (CG) do óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> . Crato - CE, 2022.....	51

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
<b>2.1 Feijão-caupi</b> .....	17
<b>2.2 Pulgão preto</b> .....	18
<b>2.3 Controle do <i>Aphis craccivora</i></b> .....	20
<b>2.4 Potencial botânico no controle do <i>Aphis craccivora</i></b> .....	21
<b>2.5 Óleos essenciais</b> .....	23
<b>2.6 Composição química dos óleos essenciais</b> .....	24
<b>2.7 Potencial inseticida dos óleos essenciais</b> .....	28
<b>2.8 Jatobá</b> .....	30
<b>2.9 Copaíba</b> .....	31
<b>2.10 Aroeira</b> .....	32
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	34
<b>3.1 Objetivo geral</b> .....	34
<b>3.2 Objetivo específico</b> .....	34
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	35
<b>4.1 Localização da área experimental</b> .....	35
<b>4.2 Obtenção do material</b> .....	35
<b>4.3 Extração dos óleos essenciais</b> .....	35
<b>4.4 Efeito inseticida dos óleos em condições de laboratório</b> .....	37
<b>4.5 Efeito inseticida dos óleos em condições de casa de vegetação</b> .....	39
<b>4.6 Análise estatística</b> .....	40
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	42
<b>5.1 Rendimento dos óleos essenciais</b> .....	42
<b>5.2 Efeito inseticida em condições de laboratório</b> .....	43
<b>5.3 Efeito inseticida em condições de casa de vegetação</b> .....	48
<b>5.4 Comparação entre os testes de laboratório e casa de vegetação</b> .....	50
<b>5.5 Análise cromatográfica</b> .....	51
<b>5.6 Outras informações</b> .....	53
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	55
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp., também conhecido como feijão de corda é uma leguminosa com grande importância para alimentação humana, em especial para as regiões Norte e Nordeste do Brasil, no qual o seu alto valor nutritivo contribui para ser um dos principais elementos da dieta alimentar da população (SOUZA et al., 2019).

Além do cultivo por pequenos e médios produtores dessas regiões, o feijão-caupi vem ganhando destaque na última década entre os grandes agricultores de outras regiões devido ao seu baixo custo de produção, ciclo curto, capacidade de produzir sob condições de déficit hídrico, além do alto valor nutritivo (OLIVEIRA et al., 2011; LOCATELLI et al., 2014).

Apesar da elevada importância econômica e social, essa cultura ainda apresenta uma baixa produtividade oriunda de diversos fatores, como o uso de cultivares com baixo potencial produtivo, solos com disponibilidade insuficiente de nutrientes, falta de utilização de tecnologias adequadas, além de problemas com plantas daninhas, pragas e doenças (NODARI & GUERRA, 2015).

Os insetos-praga, por sua vez, estão entre os fatores bióticos que mais comprometem a produtividade do feijão-caupi, uma vez que causam danos diretos e indiretos, além dos ataques regulares e intensos (FERREIRA et al., 2020). Em destaque tem-se o pulgão-preto do feijoeiro *Aphis craccivora* Koch 1854, inseto que acarreta queda na produtividade devido às injúrias causadas na cultura desde a emergência das plântulas até a fase reprodutiva (VIEIRA et al., 2019).

Tanto as ninfas como os insetos adultos dos pulgões são capazes de provocar danos à cultura em virtude do seu hábito alimentar de sugar a seiva da planta, causando deficiência nutricional e perda de compostos secundários. Além disso, esse inseto é vetor de vírus e sua presença se relaciona com o desenvolvimento do fungo *Capnodium*, popularmente conhecido como fumagina, que se desenvolve sobre a substância açucarada produzida pelo pulgão (COSMO & GALERIANI, 2020).

O manejo atual de pulgões consiste principalmente na utilização de inseticidas químicos (MORAES & MARINHO-PRADO, 2016), esse tipo de controle pode acarretar uma série de problemas, dentre eles a resistência da praga aos produtos, intoxicação e desequilíbrios ambientais (NEVES et al., 2020), sendo assim, diversos estudos são

realizados com o intuito de encontrar fontes alternativas ao uso de inseticidas químicos sintéticos (AVELINO et al., 2019).

A preocupação com a perpetuação da vida no planeta tem gerado inúmeros estudos, debates e proposições com o objetivo de produzir iniciativas e acordos visando a minimização dos impactos ambientais frente à degradação dos recursos naturais e dos resíduos gerados pela relação produção e consumo. A ideia de desenvolvimento sustentável incorpora um novo paradigma de concepção para as relações entre humanidade e natureza, considerando o meio ambiente como recurso limitado frente ao crescimento econômico (MEBRATU, 1998; KRUGER & PETRI, 2019).

Elkington (1998) evidencia o contexto da sustentabilidade sob a perspectiva de três pilares centrais: o econômico, o social e o ambiental, reforçando que as organizações devem considerar o equilíbrio entre as três dimensões, prezando por ações socialmente justas, ambientalmente corretas e economicamente viáveis. As discussões a respeito da sustentabilidade foram introduzidas nos meios acadêmico e institucionais, cobrando das organizações práticas de responsabilidade social, preservação ambiental e utilização equilibrada dos recursos naturais, conforme preconiza o tripé da sustentabilidade (FERNANDES et al., 2018).

Sendo assim, a sustentabilidade torna-se condição para o planejamento das atividades econômicas. Todas as organizações, sejam públicas ou privadas, com ou sem fins lucrativos, devem compreender o viés sustentável como requisito de interesse comum, inserindo seus valores e princípios na cultura organizacional. Os valores intrínsecos à sustentabilidade revelam uma nova realidade mundial, voltada para a minimização dos impactos das atividades empresariais em prol do desenvolvimento sustentável (BARIN-CRUZ et al., 2007; KRUGER et al., 2018; CAMARGO et al., 2018).

Assim, a utilização de compostos de plantas no controle de insetos-praga é considerado uma resposta no que se diz respeito à busca de novas substâncias para a produção de inseticidas. As plantas possuem a capacidade de produzir uma série de compostos que servem para sua defesa, como reação aos diversos agentes nocivos que lhe acometem, os chamados metabólitos secundários, tornando-se, dessa forma, uma fonte natural de possíveis substâncias inseticidas (LIMA et al., 2018).

O uso de inseticidas naturais, como os obtidos de óleos essenciais, tem se intensificado, uma vez que esses não são persistentes no meio ambiente e não deixam resíduos químicos (AVELINO et al., 2019). Além disso, a flora brasileira, estimada entre 350 e 550 mil espécies, possui a vantagem de ser a maior detentora da diversidade vegetal



do planeta, resultando na possibilidade de se encontrarem substâncias com propriedades inseticidas e simultaneamente seletivas para serem utilizadas em futuras formulações de um produto comercial (BFG, 2015; SANTOS, 2015). Outro ponto que faz com que as plantas sejam consideradas uma área estratégica para o desenvolvimento de inseticidas naturais é a herança cultural de índios, negros e europeus (JOHARCHI & AMIRI, 2012).

Apesar do interesse da comunidade científica em identificar as propriedades inseticidas de diversas espécies de plantas e fornecer aos produtores uma opção alternativa para elaboração de novos produtos biotecnológicos para auxiliar no controle de pragas, sabe-se que uma grande diversidade de plantas da flora é pouco explorada quanto a estudos de avaliação e validação das suas propriedades.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a toxicidade dos óleos essenciais do jatobá *Hymenaea courbaril* L., da copaíba *Copaifera langsdorffii* Desf. e da aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi, plantas presentes na Floresta Nacional do Araripe, para o controle de ninfas e adultos do pulgão preto, em condições de laboratório e casa de vegetação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Feijão-caupi

O feijão-caupi pertence à família Fabaceae (Leguminosae) e a ordem Fabales e possui como centro de origem o continente Africano. A espécie foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos portugueses no Estado da Bahia e desde então o seu cultivo foi estimulado e disseminado a outras regiões (FREIRE FILHO et al., 2011).

O cultivo dessa leguminosa ocupa 12,5 milhões de hectares, sendo que 64% da área mundial fica localizada na região central e oeste do continente africano, representando oito milhões de hectares cultivados, possuindo também áreas de produção relevantes na América do Sul, América Central e Ásia (SILVA et al., 2016; SOUZA, 2016).

No Brasil, a produção concentra-se nas regiões Norte e Nordeste, sendo esta última responsável por 64% da produção na safra 2019, com destaque para o Estado do Ceará, possuindo a maior área plantada com 359,5 mil hectares, entretanto, apesar desse dado expressivo, apresenta a segunda menor produtividade, de 305 kg/ha (CONAB, 2020).

A produtividade média dessa cultura é baixa em consequência do emprego diminuto de pouca tecnologia, já que grande parte do cultivo é realizado por agricultores familiares, sendo considerada uma cultura de subsistência, sem a adoção de práticas adequadas, como o controle de pragas e doenças ou implantação de sistema de irrigação (BEZERRA, 2016).

É uma leguminosa herbácea, anual, que produz frutos do tipo legume, sua altura varia de acordo com a variedade e suas raízes podem alcançar por volta de dois metros de profundidade, característica que contribui para suportar períodos de déficit hídrico (COÊLHO, 2018).

No mercado existem três segmentos para a cultura do feijão-caupi: grãos secos, grãos verdes e vagem. Atualmente a produção está voltada, em grande parte, para atender o consumo de grãos secos, entretanto, a busca por grãos verdes debulhados e vagens também é crescente, intensificando progressivamente a importância desses produtos para uma cadeia crescente de mercado (ALVES, 2020).

O grão do feijão-caupi dispõe de um conteúdo proteico variando entre 203 a 394g e é fonte de minerais, como o ferro, zinco e cálcio e possui uma quantidade de gorduras

reduzida quando comparado a outros legumes, como grão-de-bico, lentilha e ervilha (GONÇALVES et al., 2016).

## 2.2 Pulgão preto

Os pulgões, também conhecidos como afídeos, são insetos pertencentes à ordem Hemiptera, da família Aphididae. São insetos não sociais, de tamanho pequeno, com corpo mole e seu formato varia de circular à fusiforme (GRAZIA et al., 2012), além de possuir coloração que varia do castanho ao preto e tamanho entre 1 a 2 mm.

O *A. craccivora* possui um par de antenas pequenas filiformes, cauda negra e abdome brilhante, dois apêndices abdominais laterais denominados de sifúnculos, por onde liberam feromônio de alarme para sinalizar a presença de predadores, e um central denominado codícola, pelo qual eliminam um líquido açucarado denominado de mela, elemento que é responsável pela proliferação do fungo *Capnodium* sp., causador da fumagina, que forma uma camada preta sobre as folhas e conseqüentemente reduz a capacidade fotossintética da planta (ABUD, 2019; VALÉRIO et al., 2019).

Os insetos imaturos são chamados de ninfas, que se parecem com os adultos, porém são menores, ápteros e mais claros. Sua maturidade é atingida por volta de 10 dias. Já os adultos podem ser alados ou ápteros e o seu ciclo de vida pode durar entre 16 a 50 dias, passando por quatro instares (GRAZIA et al., 2012). Possui aparelho bucal do tipo picador-sugador tetraqueta, nas quais suas peças bucais são modificadas em estiletos, que auxiliam na perfuração dos tecidos vegetais e posteriormente na sucção da seiva do floema (GUIMARÃES et al., 2013).

Além disso, os pulgões são polípagos, sendo considerados pragas em diversas culturas agrícolas, desde frutíferas, como o limão, laranja e videira, até olerícolas, como abóbora, pimenta e pepino, além de atacar outras espécies de grandes culturas, como o algodoeiro (MOTA et al., 2013), tendo sido descrito em associação com mais de 700 plantas hospedeiras em todo o mundo (GUIMARÃES et al., 2013).

A sua reprodução varia de uma área geográfica a outra. Em regiões tropicais e subtropicais esses insetos se reproduzem em várias gerações do ano através da partenogênese telítoca, ou seja, sem a participação do macho na reprodução, originando apenas descendentes fêmeas, sendo esses vivíparos. Já em regiões temperadas ocorre tanto a reprodução assexuada (partenogênese), como bissexuada, dando origem a machos

e fêmeas ovíparas (GRAZIA et al., 2012; VAN EMDEN, 2013). Cada fêmea produz em média de 2 a 4 ninfas por dia (MIRANDA et al., 2015).

Esses insetos possuem também o mecanismo chamado de polimorfismo, que contribui para o seu estabelecimento em condições de climas adversos, uma vez que em condições ambientais favoráveis eles se reproduzem na forma áptera e em condições adversas a sua forma alada auxilia na dispersão a grandes distâncias (VAN EMDEN, 2013).

O pulgão preto inicia sua infestação desde o estágio inicial do crescimento vegetal, quando elas ainda são plântulas, atacando folhas novas, podendo se prolongar até a fase reprodutiva, acometendo também flores e vagens (RABELO et al., 2014). O seu ataque ocorre na face abaxial das folhas e nos ramos, porém o aparecimento de manchas necróticas pode ser observado na face adaxial. A principal época de ocorrência é no surgimento de novas brotações e de inflorescências (COSMO & GALERIANI, 2020).

Esse inseto ataca em grandes colônias acarretando o encarquilhamento e atrofiamento das folhas, gerando conseqüentemente uma redução no seu desenvolvimento, devido a sucção contínua da seiva. Além disso, os pulgões podem causar a seca dos galhos a partir das extremidades, amarelecimento foliar, apodrecimento das radículas, redução no tamanho de folhas e frutos, além de gerar o aparecimento de sintomas de deficiências nutricionais (COSMO & GALERIANI, 2020).

Além disso, o pulgão é vetor de cerca de 30 vírus, podendo atacar por volta de 50 culturas de 19 famílias distintas (BLACKMANN & EASTOP, 2007). Dentre os diversos vírus, o *A. craccivora* é vetor do vírus Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus (CABMV), fitopatógeno que causa sintomas de mosaico, clorose, deformação e encarquilhamento nas folhas, causando redução na produtividade e na qualidade nutricional do grão, podendo gerar perdas em torno de 87% (OLIVEIRA, 2011).

De maneira geral, os afídeos são considerados insetos de difícil controle, uma vez que apresentam elevado potencial reprodutivo (MIRANDA et al., 2015). Na proporção em que a população de pulgões cresce em uma cultura, mais debilitada ficam as plantas, tanto pela retirada da seiva como pelas toxinas que são injetadas (RABELO et al., 2014).

A dimensão dos prejuízos depende da intensidade populacional e do estágio de desenvolvimento da planta. Os danos são verificados através dos sintomas, que além dos prejuízos que são gerados pelo do ataque do pulgão, ainda ocasiona perdas maiores devido à proliferação da fumagina e da transmissão de vírus que ocasionam doenças de

importância agrícola, reduzindo drasticamente o vigor das plantas e frutos (COSMO & GALERIANI, 2020).

A ação de predadores e parasitoides é importante na redução de populações de pulgões. Os predadores mais comuns dos pulgões são larvas e adultos de joaninhas e estas se alimentam de até 200 pulgões por dia e 2.400 em sua vida útil (LIU & SPARKS JR., 2001) e como principais parasitoides estão as vespas do gênero *Aphidius*, que se desenvolvem no interior do inseto, causando o endurecimento e inchaço dos hospedeiros, deixando-os com aspecto de múmias (CARNEVALE et al., 2003).

### **2.3 Controle do *Aphis craccivora***

A agricultura no Brasil desempenha um papel significativo na economia, além de possuir uma longa extensão de área agrícola, esses fatos contribuem para que o país seja considerado o maior consumidor de agrotóxicos no mundo (PIGNATI et al., 2017).

A constante utilização do método de controle químico ocasiona a diminuição de populações suscetíveis e o aumento de populações resistentes, por selecionar indivíduos predispostos geneticamente possibilitando sua sobrevivência, mesmo em contato com os inseticidas (GULLAN & CRANSTON 2017), além de colaborar com resistência cruzada (ULUSOY et al., 2018).

No Brasil, há atualmente apenas um inseticida químico registrado para a cultura do feijão-caupi para o controle deste pulgão, no qual seu ingrediente ativo é o flupiradifurona, do grupo químico Butenolida (AGROFIT, 2021), é um inseticida sistêmico que interage com os receptores de acetilcolina atuando como agonista. O efeito dessa molécula nos receptores provoca uma corrente iônica despolarizadora seguido de excitação da célula nervosa, originando uma desordem no sistema nervoso central e a morte dos insetos tratados (NAUEN et al., 2015).

Os problemas resultantes do uso desordenado de produtos químicos ressaltam a necessidade de se desenvolver novos tipos de substâncias de controle mais seletivas e menos agressivas ao homem e ao meio ambiente (CORRÊA & SALGADO, 2011). A adoção de tecnologias para produção de métodos de controle fitossanitários alternativos possui o objetivo de gerar o mínimo de impacto sobre os agroecossistemas (HALFELD-VIEIRA et al., 2016).

Os inseticidas classificados como alternativos são todos aqueles que apresentam nenhuma ou baixa agressividade à natureza e ao homem, não propiciam a seleção de

insetos resistentes, possuem baixos custos para aquisição, têm método de aplicação simplificada, alta disponibilidade para aquisição e eficiência no combate às pragas (RIBEIRO, 2019).

Porém a adoção dessas novas tecnologias baseadas na Agroecologia ainda é insuficiente e também há limitações na assistência técnica e extensão rural sustentável (GERHARDT et al., 2012). De acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2019), nos anos de 2018 e 2019, a produção de inseticidas botânicos para controle de pragas agrícolas cresceu mais de 70%, contudo essa produção corresponde apenas 2% do faturamento total do controle de pragas. Dessa forma, elaborar compostos de interesse no controle de insetos torna-se um desafio constante.

#### **2.4 Potencial botânico no controle do *Aphis craccivora***

Diversos trabalhos confirmam o potencial de plantas para controlar populações do pulgão preto do feijoeiro, seja através da utilização de extratos vegetais ou óleos essenciais. Os extratos são preparações de consistência líquida, semissólida ou sólida, oriundos de vegetais, a partir do uso de métodos extrativos e solventes apropriados (BRASIL, 2019), como a maceração e a percolação, já os óleos essenciais são produtos oriundos do metabolismo secundário das plantas obtidos através de diferentes tecnologias de extração, como a destilação (BRUNO & ALMEIDA, 2021).

Santos & Silva (2015), ao avaliarem a atividade inseticida de extratos vegetais obtidos de plantas daninhas contra *A. craccivora*, verificaram que todas as espécies selecionadas apresentaram taxa de mortalidade acima de 60% em todas as concentrações testadas (500, 1.000, 1.500 e 2.000 ppm), com exceção da tiririca *Cyperus rotundus* L. que apresentou índice de mortalidade inferior a 50% nas diferentes concentrações. Dessa forma, os autores concluíram que os extratos dessas espécies possuem elevado potencial para utilização como inseticidas naturais no controle do pulgão preto, sendo elas: cansanção *Cnidocolus urens* L., canudo *Ipomoea fistulosa* Mart., cardo santo *Argemone mexicana* L., chumbinho *Lantana camará* L., cravo de defunto *Tagetes minuta* L., lâ de seda *Calotropis procera* Aiton., leiteira *Euphorbia heterophylla* L., mamona *Ricinus communis* L. e melão de São Caetano *Momordica charantia* L.

Ao testarem o controle do *A. craccivora* através de extratos de plantas utilizadas como condimentos, Santos et al. (2011) obtiveram resultados de taxa de mortalidade acima de 70% para todas as espécies e em todas as concentrações (500, 1.000, 1.500 e

2.000 ppm), sendo elas: alecrim *Rosmarinus officinalis* L., alho *Allium sativum* L., cravo *Eugenia caryophyllata* Spreng, gengibre *Zingiber officinalis* Roscoe, Louro *Laurus nobilis* L., cebolinha *Allium schoenoprasum* L., coentro *Coriandrum sativum* L., hortelã *Mentha piperita* L., salsa *Petroselinum crispum*, manjeriço *Ocimum basilicum* L.

Rodrigues et al. (2014), avaliando extratos de graviola *Annona muricata* L. sobre *A. craccivora*, verificaram que o extrato hexânico oriundo das sementes de *A. muricata*, nas concentrações de 0,5 e 1%, foram capazes de controlar 98,9 e 92,2% de insetos adultos, respectivamente, após 72 horas de aplicação.

Conforme estudo de Gomes et al. (2019), o extrato botânico da pinha *Annona squamosa*, na concentração de 0,5%, também obteve resultado de eficiência positivo, controlando quase toda a população de ninfas de *A. craccivora* (98,79%).

Avaliando a atividade inseticida de extratos vegetais hidroalcoólicos sobre ninfas de *A. craccivora*, Dutra et al. (2020) verificaram que os extratos de sementes de *A. squamosa* e da abóbora *Cucurbita moschata* Duch, e de folhas de comigo-ninguém-pode *Dieffenbachia picta* L., ambos na concentração de 0,05%, foram capazes de controlar 96,07; 91,14 e 84,30% dos insetos, respectivamente.

Costa et al. (2010), avaliando o extrato aquoso da semente de nim *Azadiracta indica* A. no controle de ninfas de *A. craccivora*, obtiveram no seu experimento valores de 44,8% de eficácia de controle dois dias após a pulverização do tratamento, a uma concentração de 100 g L<sup>-1</sup>.

No trabalho realizado por Bandeira et al. (2017), avaliando extratos hidroetanólicos de folhas e sementes de *Annona montana* Macfad. durante 48 horas sobre o pulgão-preto, foi possível verificar que os extratos produzidos pelas sementes obtiveram os melhores valores de mortalidade em baixas concentrações, sendo a concentração de 2% a mais eficiente, ocasionando 94,77% de mortalidade. Já para os extratos produzidos pelas folhas, a melhor mortalidade (77,27%) foi alcançada com a concentração de 15%.

Lisboa (2018), analisando a eficiência do óleo essencial de citronela *Cymbopogon winterianus* D.C. nas concentrações de 0,5; 1 e 1,5%, junto com detergente neutro a 1%, verificou que os tratamentos obtiveram uma eficácia de mortalidade de 66,20; 84,60 e 92,20%, respectivamente, sob o pulgão preto do feijão caupi.

Com o objetivo de verificar a taxa de mortalidade dos óleos essenciais das folhas da pimenta de macaco *Piper tuberculatum* Jacq. no controle do *A. craccivora*, Silva et al. (2013) conferiram que a concentração de 1%, após 24 horas de exposição dos insetos adultos ao óleo, obteve uma eficiência de 95%.

Avelino et al. (2019), ao pesquisarem o efeito de óleos essenciais na repelência e redução de *A. craccivora*, concluíram que o óleo de citronela *Cymbopogon interianus* na concentração de 0,05% alcançou 90,48% de repelência de adultos e 79,83% de redução de ninfas, após 48 horas de exposição.

## 2.5 Óleos essenciais

Dentre os diversos compostos orgânicos que as plantas produzem, os chamados metabólitos secundários constituem um papel fundamental nas interações de defesa da planta contra o ataque de patógenos, herbivoria, competição entre plantas e atração de organismos benéficos, como polinizadores, dispersores de sementes e outros. Muitos destes possuem atividades biológicas e têm sido aplicados na indústria farmacêutica e agroquímica (PAVARINI et al., 2012).

Os óleos essenciais, oriundos do metabolismo secundário vegetal, são substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas, podem estar presentes em diversas partes de um vegetal, como folhas, raízes, sementes e cascas. Eles são constituídos por hidrocarbonetos, aldeídos, cetonas, ésteres, fenóis e outras moléculas (FERNANDES & FAVERO, 2014). São capazes de ser produzidos em células secretoras, cavidades, dutos, células epidérmicas e tricomas. Além disso, usualmente os óleos essenciais apresentam densidade menor que da água e são solúveis em compostos orgânicos (SILVA, 2012).

A exploração dos óleos essenciais remota o período antes de Cristo, tendo centro de produção na Pérsia, Índia, Egito e em outros países da região oriental. Com o passar dos anos surgiram destilarias de óleos essenciais pelo mundo afora, porém, foi apenas com o advento da química fina que a atividade tomou impulso, possibilitando a manipulação de produtos com várias aplicações científicas (DE LA ROSA et al., 2010; SAROYA, 2010).

Em geral, as propriedades organolépticas e terapêuticas dos óleos essenciais, se devem à presença de monoterpenos, sesquiterpenos e de fenilpropanoides e entre outros compostos voláteis (OLIVEIRA, 2012). Entre os produtos alternativos para o controle de insetos-praga da agricultura, os óleos essenciais são citados em alguns trabalhos comprovando a sua eficácia (ARENA et al., 2017; KAMANULA et al., 2017; PAVELA & SEDLÁK, 2018).

Diversas pesquisas ratificam que alguns óleos essenciais possuem a capacidade de repelir insetos, além de apresentar ação inseticida mediante contato direto ou através



das vias respiratórias das pragas (CORRÊA & SALGADO, 2011). Além disso, Fernandes & Favero (2012) citam que diversos óleos extraídos dessas plantas podem ocasionar problemas no sistema nervoso central dos insetos-praga, sendo útil sua utilização como forma de controle alternativo.

Diversas plantas apresentam substâncias químicas em sua composição de relativo interesse, as quais devem ser estudadas para utilização direta do produtor rural, assim como, para servir de matéria prima para formulação de novos produtos (GARCIA et al., 2012). A presença em maiores ou menores quantidades dos componentes na essência influencia diretamente na sua qualidade, determinando as possibilidades do aproveitamento industrial e, em função disso, o valor comercial do óleo bruto (JEMÂA et al., 2012).

Existem diversos métodos de extração de óleos essenciais, como a hidrodestilação, extração por arraste a vapor, prensagem a frio, extração por solventes orgânicos, por alta pressão e por CO<sub>2</sub> supercrítico (OKOH et al., 2010). Dentre eles, uma das técnicas mais utilizadas para obtenção dos óleos essenciais é a hidrodestilação, na qual o material vegetal é aquecido com água, fazendo com que os produtos voláteis sejam arrastados simultaneamente com o vapor de água, por um sistema tipo Clevenger (KLEIN & SOUZA, 2012).

Esse sistema, além de ser amplamente utilizado é um dos mais viáveis economicamente. Normalmente o material vegetal é triturado ou moído e posto em um balão volumétrico com água. Nesse recipiente o material é aquecido sobre uma manta aquecedora, que atinge cerca de 100°C, temperatura maior que o ponto de ebulição dos componentes dos óleos essenciais, e esse calor da água faz com que as paredes celulares do material vegetal se abram, desta forma o óleo que está entre as células evapora junto com a água, que são transportados ao condensador. Por serem mais leves, os óleos permanecem sobre a camada de água, podendo ser facilmente separados (PISTELLI & SILVA, 2012; ABDELLATIF & HASSANI, 2015).

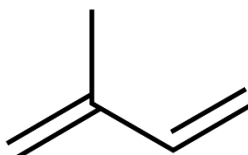
Por sua vez, a utilização indiscriminadamente de produtos oriundos de espécies vegetais não é indicada, sendo necessários ensaios de avaliação de sua toxicidade, dentre tantos outros critérios. A finalidade desses estudos serve para averiguar a segurança do uso de plantas na medicina popular, assim como, extratos e outros insumos obtidos por meio de produtos naturais (MERINO et al., 2015).

## **2.6 Composição química dos óleos essenciais**

Há uma grande diversidade de metabólitos secundários existente, sendo que mais de 50 mil já foram identificados em espécies de angiospermas. Eles são sintetizados em baixas concentrações e têm um teor inferior a 1% do carbono total (FUMAGALI et al., 2008; BERG & LUBERT; 2008), possuem uma elevada diversidade estrutural e são de baixo peso molecular (DIXON, 2001; WINK, 2010).

Os metabólitos secundários são sintetizados em diferentes compartimentos celulares, por quatro vias de biossíntese, que são: via do acetato malonato, do ácido mevalônico, do metileritritol fosfato e do ácido chiquímico. Através dessas vias são formados os três grupos de metabólitos secundários: terpenos, substâncias fenólicas e substâncias nitrogenadas.

Grande parte dos óleos essenciais é composto pela mistura de hidrocarbonetos (monoterpenos, sesquiterpenos, entre outros) e compostos oxigenados (álcoois, ésteres, éteres, aldeídos, cetonas, lactonas, fenóis, éteres fenólicos, entre outros). Estes compostos derivam dos terpenos, uma das principais classes de metabólitos secundários biologicamente ativos, resultante da unidade isoprênica (u.i.:  $C_5H_8$ ) (Figura 1), que por sua vez é originado do ácido mevalônico, ou de fenilpropanóides, provindos do ácido chiquímico (REZENDE et al., 2016).

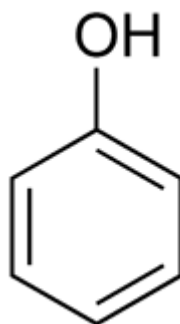


**Figura 1** – Estrutura geral de um isopreno.

Eles são classificados de acordo com o número de unidades isoprênicas presentes na molécula: monoterpenos ( $C_{10}$ : 2 u.i.); sesquiterpenos ( $C_{15}$ : 3 u.i.); diterpenos ( $C_{20}$ : 4 u.i.); triterpenos ( $C_{30}$ : 6 u.i.); tetraterpenos ( $C_{40}$ : 8 u.i.). Os monoterpenos e os sesquiterpenos são substâncias presentes nos óleos essenciais e conferem a determinadas plantas seu aroma característico. Quando estes compostos contêm elementos adicionais, normalmente o oxigênio, são denominados terpenóides (GUENTHER, 1977; COWAN, 1999; RATES, 2001; SIMÕES et al., 2004; REZENDE et al., 2016).

Os compostos fenólicos, por sua vez, são caracterizados por apresentarem uma hidroxila funcional ligada a pelo menos um anel aromático (Figura 2), podendo ser

sintetizados por vias distintas. Podem ocorrer naturalmente na forma livre (agliconas), ligados a açúcares (glicosídeos), ou ainda, ligados a proteínas, terpenos, entre outros. Como exemplos de substâncias fenólicas estão: fenilpropanoides, flavonoides, ácidos fenólicos, quinonas, cumarinas, e substâncias poliméricas (taninos e ligninas) (REZENDE et al., 2016).



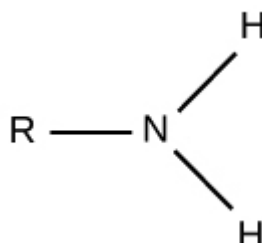
**Figura 2** – Estrutura geral de um composto fenólico.

Os compostos fenólicos podem ser divididos em diversas classes de acordo com suas estruturas moleculares, número de anéis aromáticos e de hidroxilas, ligações com outros grupamentos, dentre outras diferenciações (KLEPACKA et al., 2011; NIEDZWIECKI et al., 2016), podendo ser dividida de maneira simplificada em flavonoides e não flavonoides (FERRERA et al., 2016).

Os flavonoides apresentam como estrutura básica dois anéis aromáticos conectados através de uma pirona (composto por uma hidroxila, um átomo de oxigênio e um grupo funcional cetona). São derivados de aminoácidos aromáticos e seus subgrupos variam de acordo com o padrão de hidroxilação, glicosilação e demais reações que possam alterar a molécula básica (MOURÃO et al. 2005; KHODDAMI, et al., 2013; OZDAL et al., 2016), dentre eles estão algumas variantes como as catequinas, antocianinas, isoflavonas e flavonas (SILVA et al. 2010). Os não flavonoides englobam, por sua vez, os ácidos fenólicos, como o ácido ferúlico, p-cumárico, 4-OH-benzóico e cafeico (STEFANELLO et al., 2014).

Já os compostos nitrogenados, conferido pela presença de um ou mais átomos de nitrogênio (Figura 3), possui como destaque a classe dos alcaloides, um grupo de substâncias bastante heterogêneo, que podem ter um ou mais anéis heterocíclicos. Essa classe de compostos nitrogenados é identificada pelo seu espectro abrangente de atividades biológicas, correspondendo a princípios ativos comuns em plantas medicinais

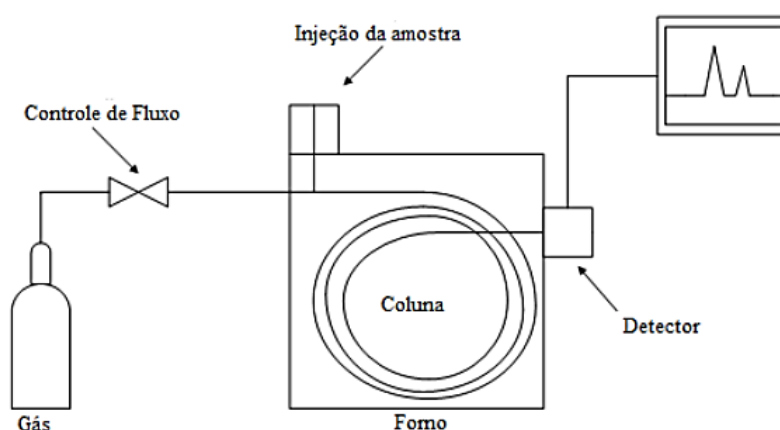
e tóxicas. Os diferentes tipos de alcaloides são classificados de acordo com o aminoácido precursor utilizado para a formação de sua estrutura e o anel nitrogenado formado a partir deste, sendo que os aminoácidos mais comuns são os aromáticos, como o triptofano e a tirosina, e os alifáticos, como a lisina e a ornitina (REZENDE et al., 2016).



**Figura 3** – Estrutura geral de um composto nitrogenado.

Uma das técnicas mais utilizadas para realizar a identificação dos componentes químicos dos óleos essenciais é através da cromatografia gasosa (CG) (MARRIOTT et al., 2001). A CG (Figura 4) é um método físico-químico utilizado para separar e quantificar uma mistura de substâncias voláteis, podendo também ser usada como técnica de identificação dos componentes, principalmente quando acoplada a um espectrômetro de massa (CG-EM) ou em outro detector qualitativo (SANTOS et al., 2016).

**Figura 4** - Representação esquemática do cromatógrafo a gás.



Fonte: FARIAS, 2008.

Para realização dessa técnica, uma amostra é vaporizada e introduzida em um fluxo de um gás (fase móvel ou gás de arraste). Este fluxo de gás com a amostra

vaporizada passa por um tubo contendo a fase estacionária (coluna cromatográfica), onde ocorre a separação da mistura. As substâncias presentes na amostra, depois de separadas, vão para um detector, que gera um sinal para um sistema de registro e tratamento dos dados (COLLINS et al., 2006).

No caso da CG-EM, as amostras provenientes do cromatógrafo a gás são bombardeadas por elétrons e quebradas, gerando íons positivos, negativos e radicais, e a partir da diferença entre massa/carga dos íons gerados, são separados. Num gráfico de espectro de massa aparecem os picos de intensidades variáveis, sendo que cada pico corresponde aos íons com uma razão massa/carga ( $m/z$ ). A intensidade do pico sugere a abundância relativa de cada íon molecular. Através de uma biblioteca que contém milhares de componentes químicos é feita a comparação para identificar os espectros de massas encontrados (CEFET, 2009).

## 2.7 Potencial inseticida dos óleos essenciais

Os mecanismos de ação dos óleos essenciais no controle de insetos ainda não foram completamente elucidados, entretanto a rápida ação frente a alguns insetos e ácaros indica uma atividade neurotóxica através do bloqueio da liberação de neurotransmissores como a octopamina e a acetilcolina (TRIPHATI et al., 2009), podendo ser ocasionada mediante sua inalação, ingestão ou absorção pela pele (KHATER, 2012).

Apesar dos óleos essenciais terem como modo de ação mais habitual a repelência e ação inseticida através do contato ou ingestão, alguns isolados já foram reportados com ação fumigante (TRIPHATI et al., 2009), outros possuem atividade larvicida, além de atrasar ou impedir a emergência das larvas (KHATER, 2012).

Diversas pesquisas comprovam que os óleos essenciais são alternativas eficientes para o controle de pragas agrícolas de uma forma mais sustentável (ISMAN, 2016; ANDRES et al., 2017). Guerra et al. (2019), ao testarem o efeito repelente dos óleos essenciais de capim-santo *Cymbopogon citratus* D.C. e erva cidreira brasileira *Lippia alba* em adultos do gorgulho-do-feijão *Callosobruchus maculatus* Fabr., verificaram que ambos apresentaram índices de repelência de aproximadamente 100%, além de ocasionarem mortalidades acima de 70%, sendo a dose letal capaz de controlar 50% da população ( $DL_{50}$ ) foi de 13,67  $\mu$ L para o *C. citratus* e de 13,28  $\mu$ L para o *L. alba*.

No trabalho de Magalhães et al. (2015), foi verificado que os óleos essenciais de marmeleiro *Croton heliotropiifolius* Kunth (concentração de 20  $\mu$ L  $L^{-1}$ ), velame *Croton*

*pulegiodorus* Baill. ( $20 \mu\text{L L}^{-1}$ ) e manjeriço *Ocimum basilicum* L. (5, 10 e  $20 \mu\text{L L}^{-1}$ ), testados sobre adultos do besouro-castanho *Tribolium castaneum* H. em milho armazenado, ocasionaram 100% de redução na emergência dos insetos, apresentando efeito ovicida e larvicida.

Marinho-Prado et al. (2019), aferiram que os óleos essenciais de manjeriço *Ocimum basilicum* L., canela *Cinnamomum cassia* e maleuleca *Melaleuca alternifolia* Cheel. na concentração de  $2\mu\text{L/mL}$  (em solução aquosa com Triton X-100 a 0,01%) ocasionaram 50% de mortalidade em lagartas *Helicoverpa armigera* Hübner ao se alimentarem com folhas de feijoeiro tratadas com os óleos essenciais dessas espécies, além disso, o óleo de *O. basilicum* gerou 30% de mortalidade de larvas e pupas.

Brito et al. (2015), constataram que os óleos de *O. basilicum* e *C. pulegiodorus* também foram eficazes no controle de adultos do besouro *Zabrotes subfasciatus* Boh., causando 100% de mortalidade nas dosagens de 5, 10, 15 e  $20 \mu\text{L L}^{-1}$  de ar, via fumigação, além de causarem redução total de adultos emergidos, comprovando o seu efeito ovicida e larvicida no armazenamento de feijão-comum *Phaseolus vulgaris* L.

No trabalho realizado por Cartaxo (2020), foi possível analisar que ao submeter pupas de mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* Wiedemann ao óleo essencial de andiroba *Carapa guianensis* Aubl. na concentração de  $90,2 \text{ mg.ml}^{-1}$ , foi possível controlar 75% dos indivíduos, já o óleo de eucalipto *Eucalyptus citriodora* Hook. foi responsável por matar 50% dos insetos na concentração de  $93 \text{ mg.ml}^{-1}$ . Já para as aplicações em fase larval, o óleo de *E. citriodora* se destacou gerando as maiores taxas de mortalidade e com maior persistência de ação.

Carvalho (2021), ao testar o uso de óleos essenciais para o controle do tripses *Thrips tabaci*, verificou que os óleos de tomilho *Thymus vulgaris* L. e alecrim-pimenta *Lippia sidoides* Cham., na concentração de 1% com Tween 20 a 5% e álcool etílico a 0,2%, foi capaz de controlar 67,5% e 85% das larvas do inseto, respectivamente, após 24 horas de exposição.

Freitas (2022), ao estudar a utilização dos óleos essenciais da pimenta da Jamaica (*Pimenta dioica*) e gengibre-concha *Alpinia zerumbet* Pers. no controle de larvas da cochonilha branca *Planococcus citri* Risso, verificou que a aplicação dos óleos essenciais apresentou resultados eficaz contra as larvas, ocasionando 100% de mortalidade em todas as concentrações utilizadas (10, 20, 30, 40, 50, 70 e  $100 \mu\text{g mL}^{-1}$  + DMSO 0,05%).

Alves (2022), pesquisando inseticidas botânicos no controle do percevejo-bronzeado *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé, aferiu que os óleos

essenciais de pitanga *Eugenia uniflora* L. e pachouli *Pogostemon cablin* Benth. na concentração de 0,75% ocasionaram 66% e 62% de mortalidade nos insetos adultos, respectivamente. Além disso, foi verificado que o uso dos óleos diminuiu o hábito alimentar, uma vez que foram identificados menor número de fezes em comparação aos demais tratamentos.

Baptista (2021), analisando os óleos essenciais de *Piper aduncum* L. e *Piper marginatum* Jacq. no controle do besouro-do-fumo *Lasioderma serricorne*, verificou que os óleos usados isoladamente e sua mistura binária foram altamente tóxicos em adultos do inseto, sendo as  $DL_{50}$  e  $DL_{90}$  do *P. aduncum* de 26,41 e 138,48  $\mu\text{L L}^{-1}$ , respectivamente, enquanto que para *P. marginatum* foi de 15,64 e 48,90  $\mu\text{L L}^{-1}$ , respectivamente, sendo necessárias menos de 40 horas de exposição para que os óleos causassem mortalidade em 50% da população.

Furuie et al. (2019), ao avaliarem o efeito repelente de óleos essenciais no comportamento de oviposição da drosófila-da-asa-manchada *Drosophila suzukii* Matsumura, constataram que os óleos de *Melaleuca alternifolia* Cheel na concentração de 5% gerou 60% de repelência e o óleo de *Cananga odorata* Lam. na concentração de 3% ocasionou 57% de repelência após 48 horas de exposição de iscas artificiais tratadas com os óleos.

Bianchin & Jahnke (2021), ao realizarem bioensaios de óleos essenciais no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* L., confirmaram que o óleo de eucalipto *Corymbia citriodora* Hill & Johnson demonstra potencial ovicida/larvicida, visto que nas concentrações de 0,5% e 1%, foi capaz de controlar 58% e 45% da população, respectivamente.

Visando encontrar alternativas seguras no controle da lagarta-da-coroa *Duponchelia fovealis* Zeller, praga-chave na cultura do morangueiro, Barbosa et al. (2019) realizaram testes de óleos essenciais em lagartas do terceiro instar e verificaram que o óleo de sálvia *Salvia officinalis* L., na concentração de 5% diluído em acetona, foi capaz de controlar 70% da população após sete dias de exposição.

## 2.8 Jatobá

Conhecida popularmente por jatobá, jataí, jataí-amarelo, jataí-peba, imbiúva, dentre outras nomenclaturas, o *Hymenaea courbaril* L. é uma árvore pertencente à família Fabaceae e subfamília Caesalpinioideae. Essa planta é encontrada em todo o continente

americano, sendo descritas cerca de 25 espécies na América do Sul e América Central (SOUSA et al., 2012; CIPRIANO et al., 2014; VERAS et al., 2020).

No Brasil o jatobá é encontrado em grande parte do país, sendo que seu porte pode atingir de 30 a 45 metros de altura e o diâmetro à altura do peito é capaz de alcançar cerca de 2 metros (FLORA DO BRASIL, 2020). Essa espécie é considerada clímax, por ter elevada capacidade competitiva com a comunidade ecológica, além de apresentar grande importância socioambiental, recomendada para recomposição da vegetação em áreas degradadas (SOUZA & LIMA, 2012).

Por possuir propriedades medicinais é constantemente utilizado na medicina tradicional brasileira, sendo indicada no tratamento de asma, blenorragia, bronquite, cólica e coqueluche, além disso, o endocarpo que envolve as sementes, uma farinha comestível, é valorizada pelo seu excelente perfil nutricional, consumida principalmente pela população carente e por animais roedores (GORCHOV et al., 2014; SOARES et al. 2016).

Já o seu óleo essencial e extrato possuem inúmeras atividades biológicas comprovadas, como ação larvicida (AGUIAR et al., 2010), antimicrobiana (SALES et al., 2014; VERAS et al., 2020), anti-helmíntica (VALENTE et al., 2014), antiprotozoária (CAVAZZANA et al., 2015; SEQUEIRA et al., 2016), acaricida e inseticida (MERCÊS et al., 2018), antifúngica (MENEZES FILHO et al., 2020), moluscida (MENEZES FILHO et al., 2020), além de serem ricos em terpenóides e alcaloides (DIAS et al., 2013).

## 2.9 Copaíba

A *Copaifera langsdorffii*, também conhecida como copaíba, pau d'óleo, óleo vermelho e bálsamo, é uma árvore de grande porte, podendo atingir até 36 metros de altura e 140 centímetros de diâmetro, sendo nativas da região tropical da América Latina e também da África Ocidental (CAVALCANTE et al., 2017). O gênero *Copaifera*, pertencente à família Fabaceae, compreende 72 espécies, das quais 16 estão presentes no Brasil (COSTA, 2018).

Essa árvore é tolerante à sombra, e apesar de possuir crescimento lento, é considerada uma espécie prioritária no reflorestamento de áreas degradadas do bioma Cerrado, principalmente em consequência da sua plasticidade ecológica, no qual é capaz de alterar suas características morfológicas e fisiológicas de acordo com os estímulos e variações ambientais (MORI et al., 2012).



Além do reflorestamento, essa planta é amplamente estudada e visada devido à extração do óleo-resina obtido do tronco de sua árvore, um exsudato composto por ácidos resinosos, além de outros tipos de substâncias, como os voláteis (RODRIGUES et al., 2014). O Brasil é o país com maior produção e exportação do óleo-resina da copaíba (SANTANA, et al., 2014), possuindo efeitos comprovados cientificamente, como ação diurética, laxante, antitetânico, cicatrizante, inibidor tumoral e anti-inflamatória (RODRIGUES & SOUZA, 2017).

Em relação ao seu óleo essencial, por sua vez, estudos fitoquímicos sobre *C. langsdorffii*, revelaram que metabólitos secundários como taninos, alcalóides e flavonóides glicosídeos são frequentemente encontrados em plantas desta espécie (LISBOA et al., 2018). Essas substâncias encontradas no óleo possuem propriedades inseticidas, servindo para o controle de diversas pragas agrícolas, como discutido nas pesquisas de França et al. (2013), Almeida et al. (2014), Melo e Almeida (2015) e Avelino (2019).

## 2.10 Aroeira

A aroeira vermelha *Schinus terebinthifolius* Raddi é uma árvore perene da família Anacardiaceae. Ela é nativa da costa do Brasil e foi introduzida em países da América do Sul e Central, podendo ser identificada também em regiões tropicais e subtropicais da América do Norte, do continente Africano e em parte da Europa Mediterrânea e do Sul da Ásia (AFFONSO et al., 2012).

O gênero *Schinus* contém cerca de 37 espécies, no qual 11 delas são encontradas no Brasil (TLILI et al., 2018; DANTAS et al., 2019). Particularmente a espécie *S. terebinthifolius* é utilizada como planta ornamental, no paisagismo de ruas, avenidas, jardins e parques, já em algumas regiões, essa espécie é tida como planta invasora, como observado no Estado da Flórida, nos Estados Unidos (ZONA, 2015; RAMÍREZ-ALBORES et al., 2016). Além disso, diversas espécies do gênero *Schinus* são conhecidas também por suas ações farmacológicas e na aromaterapia (MENEZES FILHO, 2020).

No Brasil, a aroeira é indicada pelo Sistema Único de Saúde e aprovada como droga produzida à base de ervas pela Agência Nacional de Vigilância à Saúde, constituindo determinados medicamentos de uso comercial, como géis para tratamento ginecológico (BULLA et al., 2015). Além disso, o uso terapêutico dessa planta está indicado para tratamentos com função anti-inflamatória, cicatrizante e antimicrobiana,

possuindo ação contra algumas bactérias como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus albuns* e *Candida albicans* (CARVALHO et al., 2013).

Seu óleo essencial possui uma grande diversidade de metabólitos secundários com propriedades funcionais, sendo rico em monoterpenos e compostos fenólicos, os principais responsáveis pelas diversas propriedades desta planta, agindo contra vários tipos de bactérias, fungos e até mesmo vírus de plantas, além de possuir atividade repelente contra a mosca doméstica (SILVA et al., 2011; COLE et al., 2014), no controle de nematoide-das-lesões (SCHWENGBER et al., 2017), traça das crucíferas (ARAÚJO et al., 2020) e broca-do-café (SANTOS et al., 2013).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar a eficácia de óleos essenciais extraídos da aroeira, da copaíba e do jatobá para o controle do pulgão preto na cultura do feijão-caupi nas condições semiáridas do Cariri cearense.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Analisar se os efeitos dos óleos inseticidas são os mesmos em ninfas e adultos do pulgão;
- Comparar os efeitos inseticidas dos óleos em condições de laboratório e de casa-de-vegetação;
- Aferir se os óleos inseticidas causam alguma fitotoxicidade no feijoeiro;
- Eleger o melhor óleo inseticida sobre o controle dos pulgões;
- Fazer a caracterização fitoquímica do melhor óleo com ação inseticida.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Local das pesquisas**

As pesquisas foram conduzidas no Laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade Federal do Cariri, no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), no município do Crato-CE, em condições controladas de temperatura ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ), umidade relativa do ar ( $70 \pm 10\%$ ), obtida por meio de um termo higrômetro e fotofase de 12 horas em uma câmara climatizada do tipo B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio), marca Eletrolab, EL202, São Paulo, Brazil e em casa de vegetação da Embrapa Algodão, no município de Barbalha, no período de março a dezembro de 2022.

### **4.2 Obtenção do material**

Os materiais vegetais, folhas e ramos, oriundos da aroeira, da copaíba e do jatobá para obtenção dos óleos essenciais, foram coletados na Floresta Nacional do Araripe com a autorização do órgão competente pela área através do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBio) e auxílio de funcionário do ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade) para localização das plantas. As espécies estão identificadas no Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima (HCDAL, 2022), da Universidade Regional do Cariri (URCA), possuindo os devidos números no catálogo: 5833 (jatobá), 2884 (copaíba) e 5068 (aroeira).

Já os pulgões pretos utilizados nos testes foram provenientes da coleta no campo experimental do CCAB, nos quais foram devidamente identificados com auxílio de um microscópio óptico, utilizando a chave de identificação em nível de espécie proposta por Blackman e Eastop (2000), através das características morfológicas e da identificação da planta hospedeira, uma vez que alguns afídeos têm elevado grau de especificidade com a espécie hospedeira.

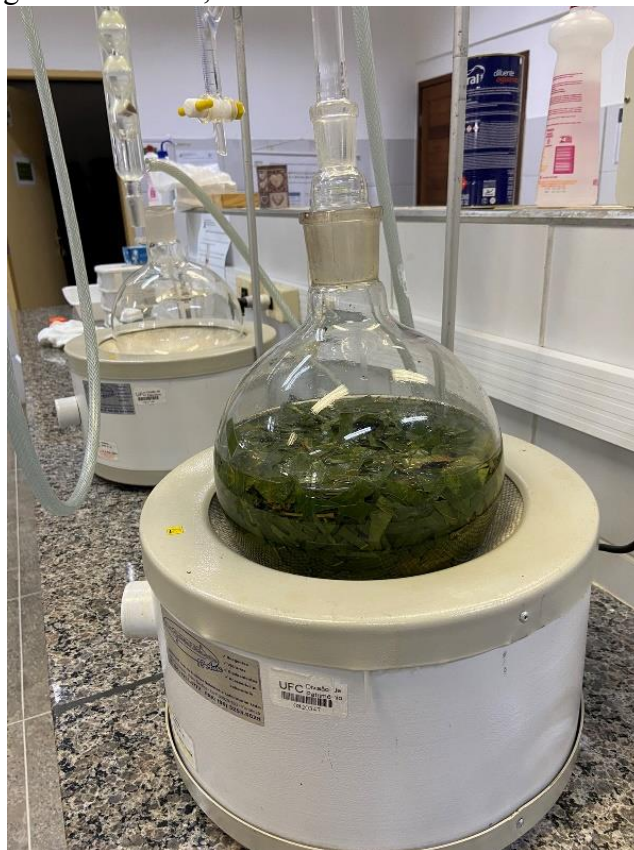
As plantas de feijão-caupi, por sua vez, foram produzidas através de sementes de produtores locais, utilizando a variedade comercial BRS Pajeú, onde foram semeadas três sementes do feijão em cada vaso plástico com capacidade para 2 litros, utilizando duas partes de solo para uma parte de adubo orgânico e, após a germinação, foi realizado o desbaste, ficando apenas uma planta por vaso.

### **4.3 Extração dos óleos essenciais**

Todas as folhas e ramos das plantas para produção dos óleos essenciais foram armazenados em sacos de cor escura e mantidas sob refrigeração até o momento da extração, onde foram levadas ao Laboratório de Tecnologia de Produtos (LTP) do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri (CCAB/UFCA). Estes materiais foram lavados em água corrente, secos em temperatura ambiente e posteriormente foram separadas as folhas dos ramos.

Para obter melhor rendimento dos óleos, os materiais foram cortados em pequenos pedaços com o auxílio de facões e tesouras de poda. Os óleos essenciais foram extraídos pelo método de hidrodestilação em aparelho destilador tipo Clevenger conforme metodologia descrita por Alencar et al. (1984). Foram pesados cerca de 300g de cada material e colocadas submergidas em 3.000 mL de água destilada em um balão de fundo chato com capacidade para 5.000 mL, estabelecendo um período de extração de 120 minutos (Figura 5). O procedimento de extração foi repetido com o objetivo de obter uma quantidade satisfatória do óleo essencial.

**Figura 5** – Extração de óleo essencial pelo método de hidrodestilação em aparelho destilador tipo Clevenger. Crato – CE, 2022.



Fonte: Autor, 2022.

Após o período de extração, o óleo essencial foi retirado do aparelho com o auxílio de uma pipeta de Pasteur e armazenado em frascos de vidro hermeticamente fechados e cobertos com papel-alumínio, ao abrigo da luz, mantidos em refrigerador doméstico a 5°C para posterior análise cromatográfica e realização dos testes em casa de vegetação e laboratório.

As identificações dos componentes do óleo essencial foram realizadas por cromatografia gasosa em detector de seletiva de massas (GC-MS) Agilent 5975C TAD Series GC/MSD, equipado com coluna cromatográfica não polar, fase estacionária (5% fenil)-metilpolisiloxano (DB-5), seguindo as condições cromatográficas descritas por Silva et al. (2016). As análises quantitativas foram feitas nas mesmas condições das descritas para GC-MS em um equipamento Thermo Trace-GC Ultra. As identificações foram feitas por GC-MS através da comparação com os espectros de massa obtidos pelo equipamento com os das bibliotecas (MassFinder 4, Dr. Hochmuth scientific consulting, Hamburg, Germany); NIST08 Mass Spectral Library (ChemSW Inc. Fairfield, CA, USA); Wiley Registry™ of Mass Spectral Data 9th Edition (Wiley, Hoboken, NJ, USA). Comparou-se também com os espectros publicados por Adams (2007) e seus índices de retenção calculados por co-injeção da amostra dos óleos essenciais com solução de padrões de hidrocarboneto C9–C30, calculados pela equação Van den Dool & Kratz (1963). As quantificações em GC foram feitas em triplicata para obtenção de desvio padrão.

#### **4.4 Efeito inseticida dos óleos em condições de laboratório**

Para avaliar o efeito inseticida dos óleos essenciais sobre os pulgões pretos em condições controladas, estes foram diluídos a 0,1% em água destilada com Dimetilsulfóxido 2% (DMSO) para auxiliar na diluição. A solução foi agitada manualmente em um balão volumétrico de 200 mL a fim de obter uma solução homogênea. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado representado pelos óleos das três espécies de plantas e os cinco períodos de exposição das caldas em esquema fatorial 3x5. O tratamento testemunha, por sua vez, consistiu em água destilada e o solvente, sendo que cada tratamento e testemunha tiveram quatro repetições, sendo testados em ninfas e adultos do pulgão preto, constituindo 32 unidades amostrais.

A unidade amostral consistiu em disco foliar de feijão-caupi com diâmetro de aproximadamente 5 cm, os quais foram desinfestadas, sendo imersas, por 10 segundos, em solução a 1% de hipoclorito de sódio e depois em água destilada, onde foram colocadas com a face abaxial para cima no interior de uma placa de Petri de vidro de 9,5 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura. Sob a folha e em torno do pecíolo foi colocado o algodão umedecido com água destilada para evitar a rápida desidratação e evitar a fuga dos pulgões.

Para padronização dos insetos a serem utilizados nos bioensaios, pulgões adultos permaneceram por 24 horas em placas contendo os discos foliares, em câmara do tipo B.O.D. à temperatura de  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. As ninfas produzidas nesse período foram utilizadas para aplicação dos tratamentos, adotando-se como critério de escolha, ninfas com maior tamanho corpóreo.

Foram aplicadas 0,5 mL das respectivas caldas nas folhas com um borrifador de 50 mL e após secagem de 30 minutos ao ar livre, foram depositadas 10 ninfas em cada amostra, com o auxílio de um pincel de cerdas finas, macio e umedecido com água destilada, a fim de evitar algum tipo de lesão ao inseto (Figura 6).

**Figura 6** – Placa de petri contendo folha de feijoeiro e ninfas do *Aphis craccivora* para realização do teste de mortalidade em laboratório. Crato – CE, 2022.



Fonte: Autor, 2022.

Em seguida, as placas foram cobertas com plástico filme, perfuradas com alfinete fino para evitar a umidade excessiva e postas na câmara B.O.D., nas condições descritas anteriormente (Figura 7).

**Figura 7** – Amostras experimentais postas em câmara de B.O.D. Crato – CE, 2022.



Fonte: Autor, 2022.

As leituras nos tratamentos foram realizadas às 24, 48, 72, 96 e 120 horas de exposição das ninfas aos óleos, considerando mortas aquelas que não reagirem ao estímulo mecânico de um pincel de cerdas finas. Essa mesma avaliação foi realizada com insetos adultos do pulgão preto conforme a metodologia descrita acima em um ensaio posterior.

#### **4.5 Efeito inseticida dos óleos em condições de casa de vegetação**

Para avaliar o efeito inseticida dos óleos essenciais em condições de casa de vegetação, os tratamentos utilizados foram os que obtiverem os melhores resultados nos testes de laboratório, que no caso foi o óleo de aroeira, com quatro repetições cada, além do tratamento testemunha.



As plantas de feijoeiro previamente semeadas com 30 dias após a semeadura foram mantidas em casa de vegetação da Estação Experimental da Embrapa Algodão, localizada no município de Barbalha-CE, sob coordenadas geográficas 7°17'29''S de latitude, 39°16'12'' W de longitude e 385 m de altitude acima do nível do mar, nas quais foram previamente infestadas por pulgões e após 24 horas, estes foram retirados, permanecendo apenas 10 ninfas produzidas neste período em cada planta, para padronização da idade dos insetos. Além disso, foram colocados na base do caule pratos de plástico na cor branca, com o intuito de melhor visualizar os insetos mortos que se desprenderem da planta.

Foram aplicadas 0,5 mL por folha através de um borrifador de 50 mL. Posteriormente os vasos foram envoltos por um tecido tipo ‘voil’ e amarradas com barbante para evitar a infestação por outras pragas e para controle populacional da espécie em estudo (Figura 8).

**Figura 8** – Biotestes em casa de vegetação. Barbalha – CE, 2022.



Fonte: Autor, 2022.

Foram realizadas leituras nos tratamentos depois de transcorridos 24, 48, 72, 96 e 120 horas de exposição dos insetos aos óleos, considerando mortas aquelas que não reagissem ao estímulo mecânico de um pincel de cerdas finas umedecido com água destilada. Esse ensaio foi realizado também com insetos adultos do pulgão, seguindo a mesma metodologia.

#### **4.6 Análise Estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as suas médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e realizada análise de regressão utilizando o Programa Operacional SISVAR-UFLA (FERREIRA, 2011). A eficiência de mortalidade dos insetos foi definida em porcentagem através da fórmula de Abbott (1925):

$$E(\%) = \frac{Nc - Nt}{Nc} \times 100$$

Onde:

E = Eficiência

Nc = Número de indivíduos vivos no tratamento controle

Nt = Número de indivíduos vivos nos tratamentos

Em relação à hidrodestilação, os rendimentos dos óleos essenciais foram calculados a partir da fórmula:

$$R(\%) = \frac{\text{massa do óleo obtido (g)}}{\text{massa das folhas (g)}} \times 10$$

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Rendimento dos óleos essenciais

Para ter um rendimento satisfatório, tendo em vista que cada espécie vegetal produz quantidades variáveis de óleos essenciais, dependendo do local e das condições edafoclimáticas, foram realizadas duas extrações das folhas de aroeira, duas de copaíba e quatro de jatobá. Conforme apresentado na Tabela 1, os rendimentos dos óleos essenciais de aroeira e copaíba se mostraram aproximados, rendendo 1,38 e 1,26g, respectivamente. O óleo de jatobá, por sua vez, apresentou um menor rendimento, de 0,84g, mesmo utilizando cerca de três vezes mais material do que as outras espécies e realizando duas extrações a mais.

**Tabela 1** - Rendimento dos óleos essenciais das três espécies em estudo. Crato - CE, 2022.

<b>Espécie</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Massa das folhas (g)</b>	<b>Massa do óleo (g)</b>	<b>Rendimento (%)</b>
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>	545,59	1,38	0,25
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i>	694,30	1,26	0,18
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	1.455	0,84	0,05

Além disso, as três espécies vegetais produziram óleos essenciais com cores amarelo-claros e odores fortes. Em relação à sua consistência, o óleo essencial de jatobá, diferentemente dos demais, apresentou elevada viscosidade, além de solidificar rapidamente em temperatura ambiente.

O rendimento do óleo de jatobá (0,05%), apesar de ter sido o que obteve menor resultado entre as espécies em estudo, corroborou com os valores encontrados na literatura, que variam de 0,03% a 0,6% (MERCÊS et al., 2015). Além disso, esse valor se manteve bem próximo do obtido no trabalho de Sales (2014), de 0,052%, ainda que sua extração tenha sido realizada através das cascas de frutos do *H. courbaril*.

O rendimento do óleo de aroeira, por sua vez, obteve o maior rendimento entre os óleos extraídos (0,25%), porém esse valor se mostrou menor aos encontrados na literatura, que possuem variações entre 0,45% (TOMAZONI et al., 2017) a 0,8% (SANTOS et al., 2013). Essa variação no rendimento, assim como também ocorre na composição química dos óleos, acontece devido a diferenças entre os diversos fatores ambientais, além da técnica de extração utilizada e o momento da realização da coleta do

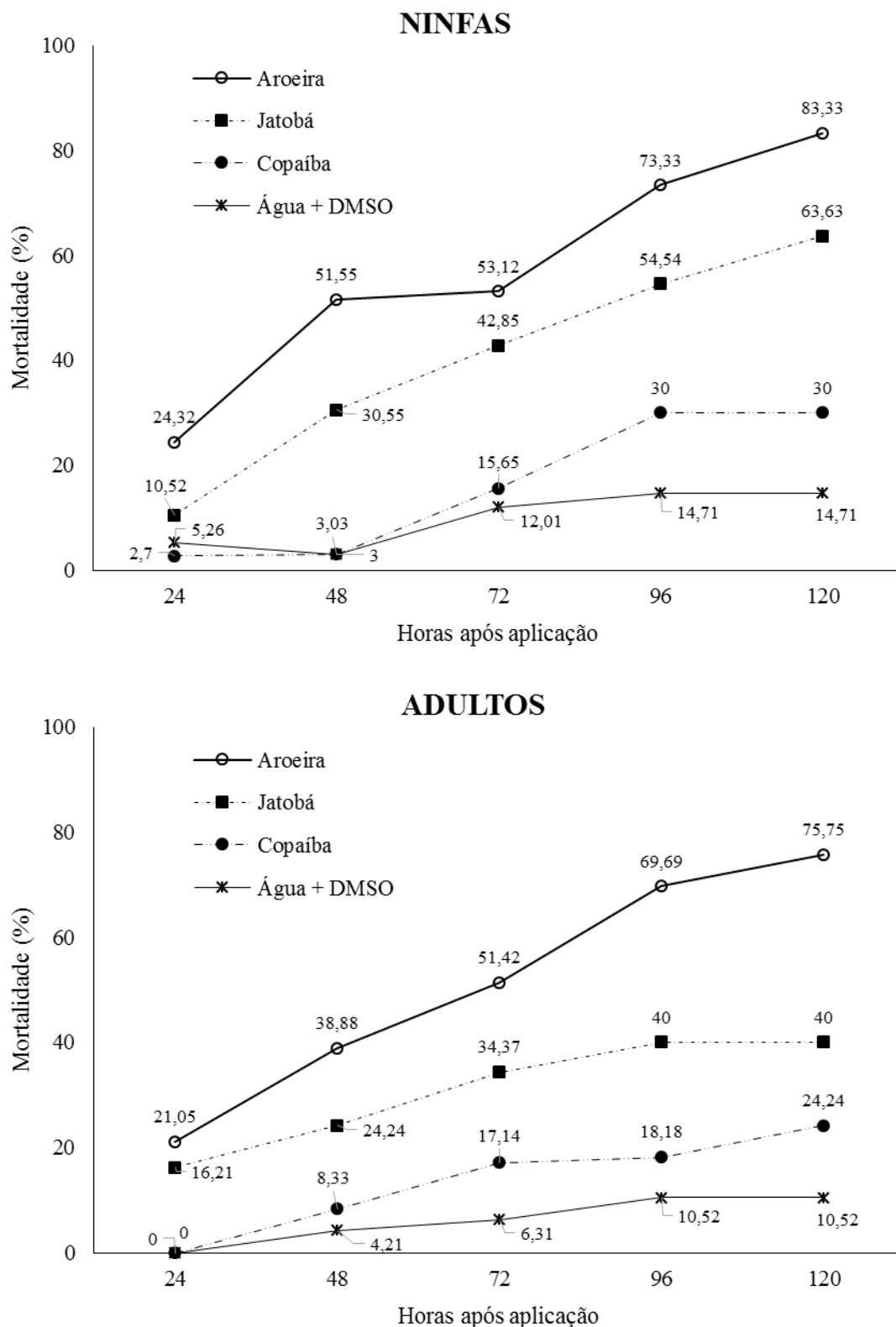
material vegetal, uma vez que a maior produção de metabólitos secundários acontece sob altos níveis de radiação solar, em consequência das reações biossintéticas que ocorrem através dos processos fotossintéticos (TAIZ & ZEIGER, 2013), sendo que o material deste trabalho foi coletado às 9h da manhã de um dia nublado.

Já em relação ao óleo de copaíba, Pereira et al. (2008) encontraram valores de rendimento do óleo dessa espécie de 2,29; 0,20 e 1,04%, extraídos do pericarpo da planta, sendo o primeiro valor resultante de 3 horas de extração, o segundo de mais três horas e o terceiro de outras três horas, totalizando um rendimento de 3,53% após nove horas de extração e 240 horas de contato do material vegetal com a água entre uma destilação e outra, comprovando que o tempo influencia diretamente no resultado do rendimento.

O rendimento dos óleos essenciais é uma característica de elevada importância e deve ser levada em consideração na escolha da espécie para produção de inseticidas botânicos, uma vez que uma planta que gere um baixo rendimento irá necessitar de um alto volume de material, muitas vezes não compensando sua utilização.

## **5.2 Efeito inseticida em condições de laboratório**

Ao testar o efeito inseticida dos óleos essenciais em ninfas e adultos de pulgões em condições de laboratório, foi possível constatar, através do teste de eficiência de mortalidade, que os maiores valores de mortalidade ocorreram nos insetos que foram submetidos ao óleo de aroeira, o qual atingiram um percentual de 83,33% em ninfas e 75,75% em adultos, às 120 horas. Além disso, com 48 horas esse tratamento foi capaz de controlar mais da metade da população de ninfas (Figura 9).



**Figura 9** - Curvas de eficiência de mortalidade (%) de ninfas e adultos do pulgão preto *Aphis craccivora* submetidos a 0,1 % de óleos essenciais de Aroeira *Schinus terebinthifolius*, Copaíba *Copaifera langsdorffii* e Jatobá *Hymenaea courbaril* em cinco períodos de exposição condições de laboratório. Crato - CE, 2022.

No experimento desenvolvido por Santos et al. (2013), o óleo essencial de *S. terebinthifolius* também obteve resultado satisfatório no controle da broca-do-café *Hypothenemus hampei* Ferrari, cuja concentração de  $10^{-2}$  (0,01%) atingiu 90% de mortalidade após 24 horas de exposição e com 48 horas alcançou a eficiência total no combate ao coleóptero. Além disso, os autores observaram que praticamente não houve variação entre os períodos de exposição (24 e 48 horas), indicando que a exposição tópica da broca-do-café ao óleo provoca mortalidade rápida. Em comparativo com os resultados do presente trabalho, esse alto nível de mortalidade logo nos primeiros períodos de exposição pode ser explicado devido aos autores terem utilizado acetona para diluir o óleo, além de sua aplicação ter sido tópica e não residual como ocorreu nesta fase do trabalho.

Com 24 horas o óleo de jatobá apresentou uma mortalidade satisfatória para as duas fases do ciclo biológico dos insetos, entretanto, com o passar do período de exposição não obteve resultado satisfatório, atingindo apenas 63,63% de mortalidade em ninfas e 40% em adultos.

Ao utilizar o óleo essencial de *H. courbaril* var. *courbaril* no controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae*, Mercês et al. (2018) constataram que desde a menor concentração testada ( $2 \mu\text{L.mL}^{-1}$ , ou 0,02%) houve redução na população do ácaro, sendo que a concentração de  $100 \mu\text{L.mL}^{-1}$  (1%) atingiu 100% de mortalidade, na qual a sua  $CL_{50}$  foi no valor de  $43,7 \mu\text{L.mL}^{-1}$  (0,43%). Já para o controle do gorgulho do milho *Sitophilus zeamais*, os autores verificaram que a concentração de  $60 \mu\text{L.mL}^{-1}$  (0,6%) controlou 50% da população, demonstrando haver grande variação da sua eficiência dependendo da espécie do inseto a ser controlado.

Por sua vez, o óleo essencial de copaíba obteve resultado insatisfatório, atingindo os menores valores de eficiência de mortalidade, de 30 e 24,24%, para ninfas e adultos, respectivamente. Essa baixa eficiência também foi verificada no trabalho de Avelino et al. (2019), no qual verificaram que ninfas de *A. craccivora*, em cultivos de feijão-fava, foram controladas utilizando tratamento com solução de 0,05% deste óleo, reduzindo um total de 53,52%. Já Pereira et al. (2022), testando as concentrações de 2, 4, 6, 8 e 10% do óleo de *C. langsdorffii*, verificaram que concentrações elevadas foram mais eficientes no controle de adultos de *A. craccivora*, atingindo, respectivamente, as seguintes taxas de mortalidade após 72 horas: 24, 46, 70, 92, 96 e 98%.

Nos tratamentos com insetos adultos, com exceção do tratamento controle, foi possível observar a transformação de insetos ápteros para alados, além de um nível

razoável de reprodução. Já no tratamento controle, o número de insetos que apresentaram asas foi reduzido, porém revelaram um alto nível reprodutivo. Esse fato evidencia que a utilização de óleos essenciais gerou um fator estressante, uma vez que em condições adversas a colônia de pulgões origina indivíduos alados, responsáveis pela disseminação para outros hospedeiros (GUIMARÃES et al., 2013).

Além disso, vários outros fatores são identificados como interferentes no surgimento de formas aladas nas populações de pulgões, em que se destacam: a temperatura, o fotoperíodo, as alterações na qualidade nutricional da planta hospedeira (HODGSON et al., 2005; AHEER et al., 2008; MIRMOHAMMADI et al., 2009) e o aparecimento de inimigos naturais (PEREIRA & LOMÔNACO, 2003). Já em relação ao aumento na taxa de reprodução está associada como uma estratégia de sobrevivência, uma vez que quanto maior o nível populacional, maior a chance de perpetuação da espécie (SILVA, 2006).

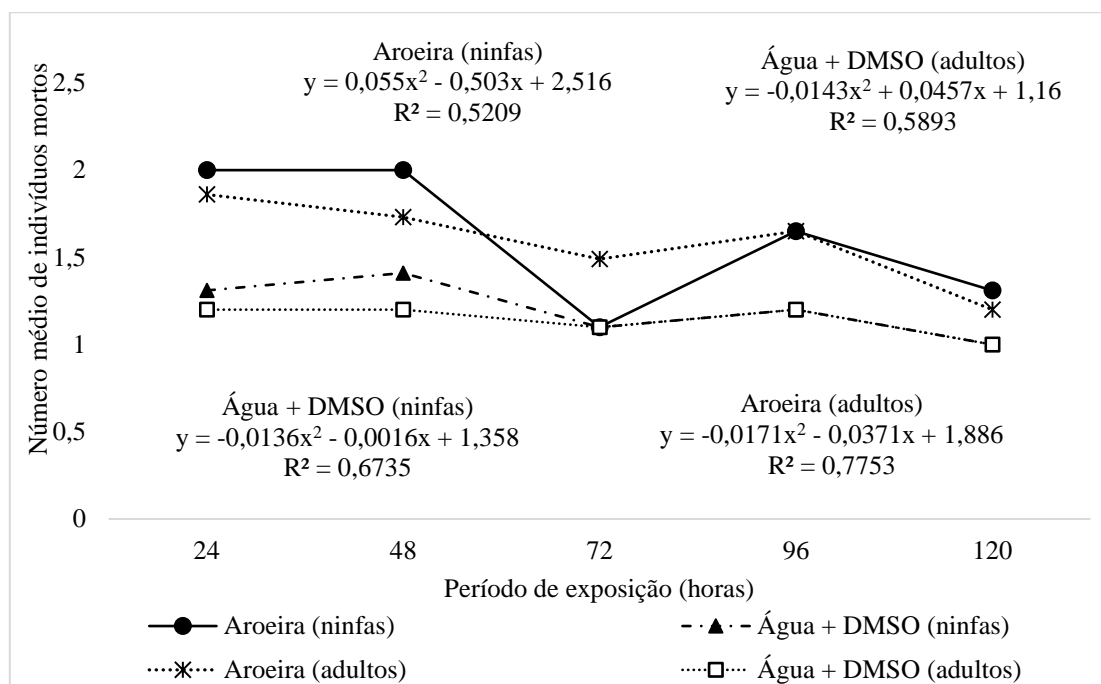
De acordo com o quadro de análise de variância (Tabela 2), constatou-se que os todos os tratamentos e suas interações, possuíram significância a 1% de probabilidade, sendo o coeficiente de variação de 12,32%, apontando um conjunto de dados bastante homogêneo.

**Tabela 2** - Quadro de análise de variância com interações entre óleos e períodos de exposição. Crato - CE, 2022.

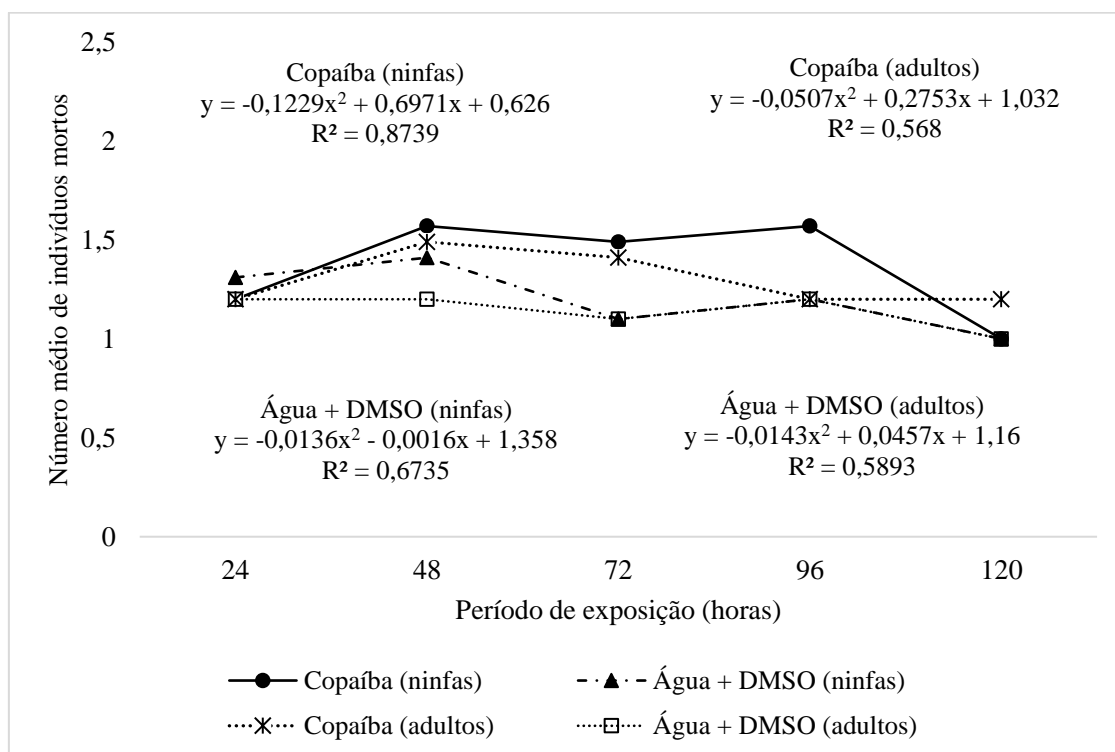
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
Óleos	7	0,605978*
Período de exposição	4	1,063450*
Óleo x Período	28	0,114894*
<b>CV (%)</b>	12,32	
<b>Total</b>	39	

\*Significativo a 1% de probabilidade.

De acordo com os gráficos de análise de regressão, o qual foram submetidas as médias de mortalidade de ninfas e adultos do pulgão-preto pelos períodos de exposição sob os óleos de aroeira (Figura 10), copaíba (Figura 11) e jatobá (Figura 12), é possível verificar a relação entre essas duas variáveis. Desse modo, depreende-se que a curva de regressão tende a decrescer polinomialmente (equação do segundo grau), formando uma parábola. Vale ressaltar que o teste de regressão considera o número médio de insetos mortos ocorridos no dia (teste de Tukey), e não o efeito cumulativo, como o teste da eficiência de mortalidade (fórmula de Abbott).



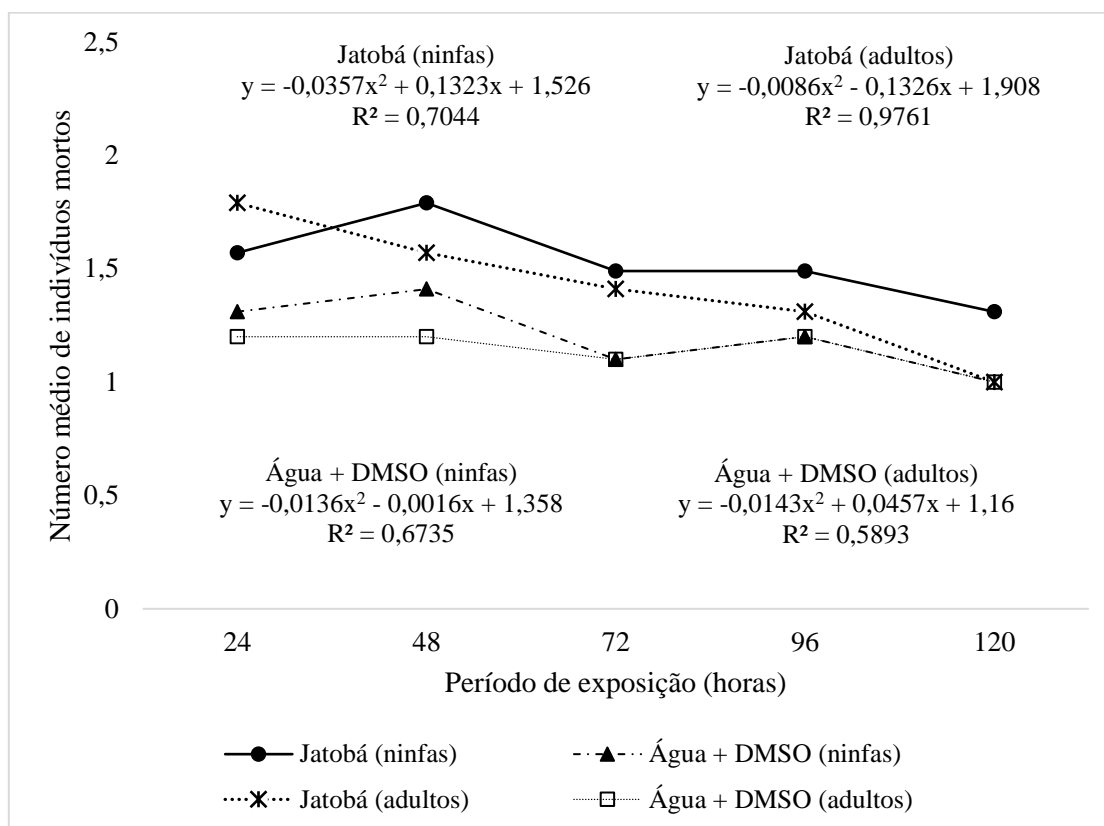
**Figura 10** – Análise de regressão da mortalidade de indivíduos de *Aphis craccivora* sob óleo essencial de Aroeira *Schinus terebinthifolius* pelo período de exposição (horas) em laboratório. Crato – CE, 2022.



**Figura 11** – Análise de regressão da mortalidade de indivíduos de *Aphis craccivora* sob



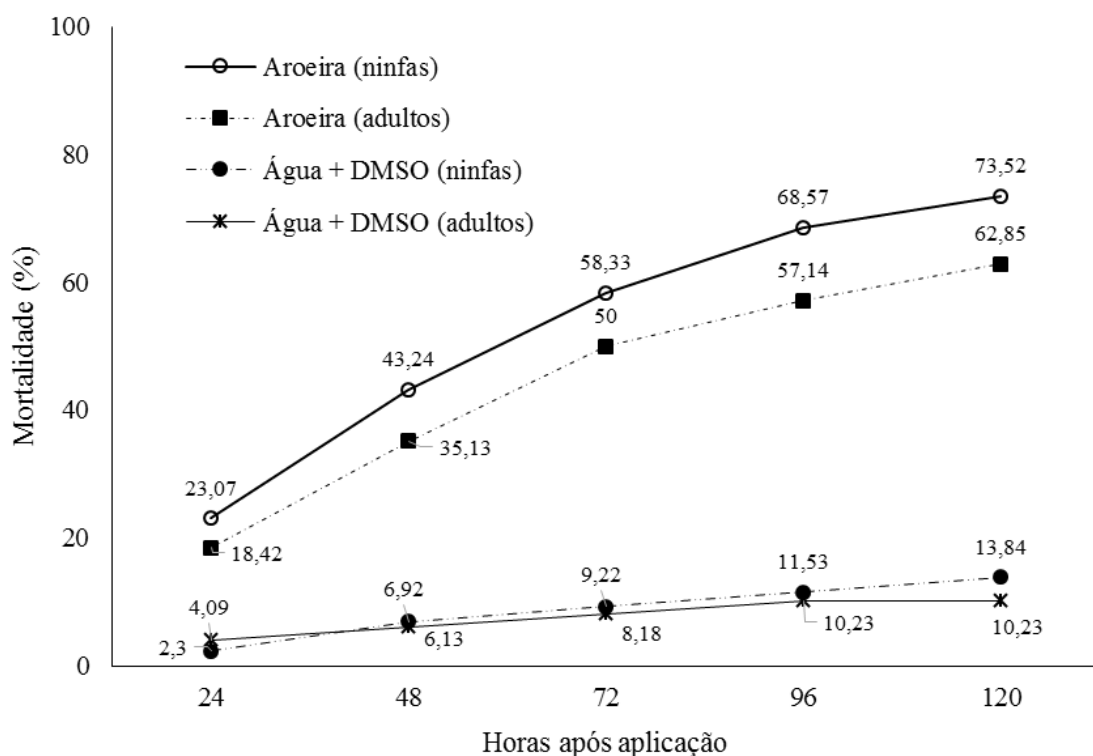
óleo essencial de *Copaifera langsdorffii* pelo período de exposição (horas) em laboratório. Crato – CE, 2022.



**Figura 12** – Análise de regressão da mortalidade de indivíduos de *Aphis craccivora* sob óleo essencial de Jatobá *Hymenaea courbaril* pelo período de exposição (horas) em laboratório. Crato – CE, 2022.

### 5.3 Efeito inseticida em condições de casa de vegetação

Em relação aos testes realizados em casa de vegetação, utilizou-se o óleo de aroeira, uma vez que este apresentou os melhores resultados em condições controladas. Sendo assim, é possível reconhecer, a partir dos valores da eficiência de mortalidade (Figura 10), que a utilização deste óleo em insetos de *A. craccivora* ocasionou maiores valores de mortalidade em insetos imaturos, causando 73,52 e 62,85% de eficiência de mortalidade nas ninfas e adultos, respectivamente, após o período de 120 horas de exposição, sendo que a medida em que se passaram o tempo de exposição ao óleo, a eficiência de mortalidade aumentou.



**Figura 13** - Curvas de eficiência de mortalidade (%) do pulgão preto *Aphis craccivora* submetidos a 0,1 % do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* em cinco períodos de exposição da calda em horas e eficiência de mortalidade em porcentagem em condições de casa de vegetação. Barbalha - CE, 2022.

Vieira et al. (2019) ao buscarem métodos alternativos para o controle do *A. craccivora* em condições de casa de vegetação, testaram extratos de folhas da algarobeira *Prosopis juliflora* nas concentrações de 10, 25, 50 e 100 mL/L (1; 2,5; 5 e 10%, respectivamente), e obtiveram como maior taxa de mortalidade apenas 36,21%, evidenciando que a baixa concentração do extrato não foi suficiente para gerar resultados eficientes.

A Tabela 3 apresenta o quadro de análise de variância para a segunda fase do experimento, comprovando que os tratamentos (óleo e período de exposição) e a sua interação possuem valores significativos a 1% de probabilidade, além de que o coeficiente de variação alcançado (14,88%) confere que o conjunto de dados é homogêneo.

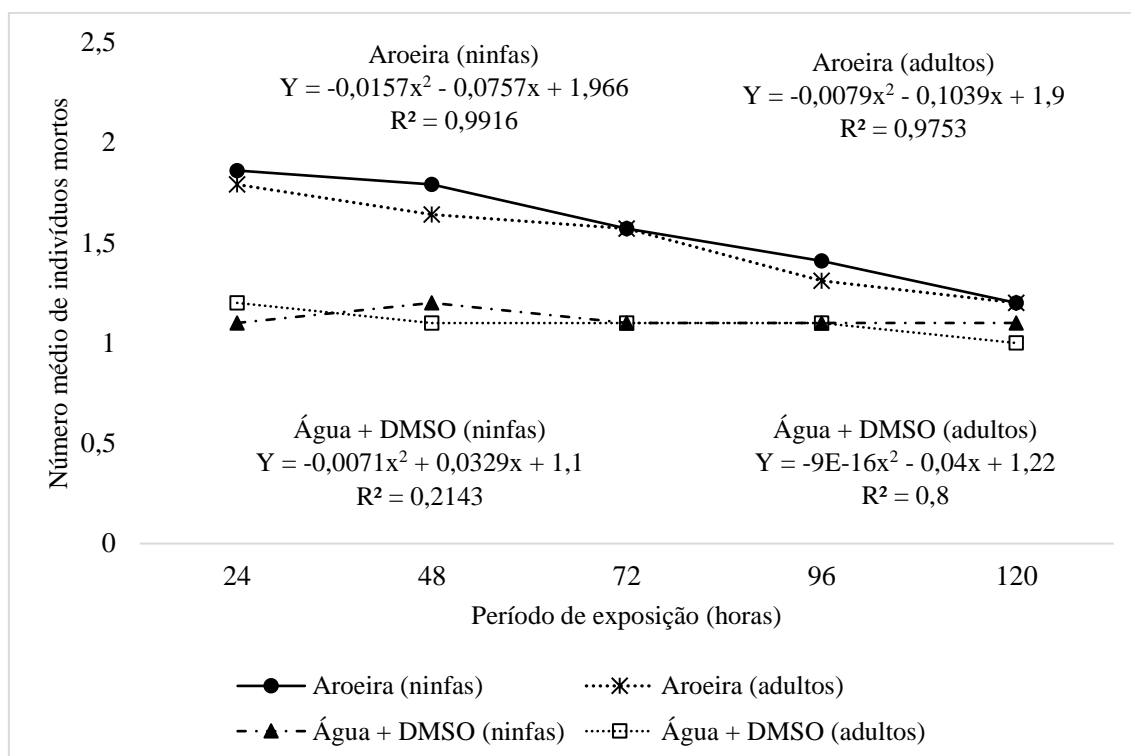
**Tabela 3** - Quadro de análise de variância com interações entre óleos e períodos de exposição para os testes em casa de vegetação. Crato - CE, 2022.

FV	GL	QM
Óleos	3	1,220344*
Período de exposição	4	0,352237*

Óleo x Período	12	0,069897*
CV (%)	14,88	
<b>Total</b>	<b>19</b>	

\*Significativo a 1% de probabilidade.

O gráfico de análise de regressão para o teste realizado em casa de vegetação demonstra visualmente o comportamento dos dados (Figura 11), tendendo a formação de parábolas (equação do segundo grau).



**Figura 14** – Análise de regressão da mortalidade de indivíduos de *Aphis craccivora* sob óleo essencial de Aroeira *Schinus terebinthifolius* pelo período de exposição (horas) em casa de vegetação. Crato – CE, 2022.

#### 5.4 Comparação entre os testes de laboratório e casa de vegetação

Ao comparar os resultados do teste realizado em condições de laboratório com os resultados do teste em condições de casa de vegetação é possível aferir que a análise realizada em laboratório alcançou valores mais eficientes do que em casa de vegetação. Isso pode ser explicado devido ao fato de que em condições não controladas a eficiência do óleo essencial se reduz, uma vez que fatores como a radiação, temperatura e vento influenciam no teor de degradação e volatilidade dos compostos dos óleos essenciais

(SALES, 2018), sendo esse um dos grandes fatores que dificultam o seu uso direto como componentes para atuar como potenciais inseticidas agrícolas (MOURA et al., 2020).

Nesse sentido, alguns estudos que envolvem a produção de nanoemulsão ou nanoencapsulação dos óleos essenciais vêm sendo investigados com o objetivo de promover a proteção contra degradação e modular a liberação dos seus constituintes ativos, a fim de prolongar o tempo de permanência destes compostos no meio de ação, evitando sua volatilização e gerando uma melhor distribuição em relação a sua concentração (ASBAHANI et al., 2015).

Além disso, é possível perceber que em uma parte significativa do tratamento com ninfas tiveram uma taxa de mortalidade mais elevada do que os insetos adultos. Uma das justificativas para esse acontecimento é devido os óleos essenciais, testados sob ação de contato na segunda fase do experimento, serem mais efetivos sobre insetos com exoesqueleto menos rígido. O exoesqueleto dos insetos é constituído por várias camadas, a mais externa, epicutícula, é formada principalmente por lipídios, além de apresentar uma porção constituída de hidrocarbonetos (camada de ceras), visando sua impermeabilização (SIMPSON & DOUGLAS, 2013).

No trabalho desenvolvido por Lucca (2009) com o pulgão da couve *Brevicoryne brassicae* L., também se verificou maiores médias de mortalidade em ninfas do que em adultos, no qual o óleo essencial de funcho *Foeniculum vulgare* Mill. a 1% controlou 66,7% de ninfas e 47,8% de adultos.

## 5.5 Análise cromatográfica

A partir da análise cromatográfica do óleo essencial da aroeira (Tabela 4), foram encontrados 28 constituintes químicos, apresentando como composto majoritário o  $\alpha$ -pinene com 61,73%, seguidos de  $\alpha$ -selinene (7,50%),  $\beta$ -selinene (4,39%) e  $\beta$ -elemene (3,17%).

**Tabela 4** - Análise qualitativa por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (GC-MS) e quantitativa por cromatografia gasosa (GC) do óleo essencial das folhas de *Schinus terebinthifolius*. Recife - PE, 2022.

Composto <sup>1</sup>	Índice de retenção calculado	Índice de retenção da literatura <sup>2</sup>	%	Desvio padrão
$\alpha$ -pinene	931	932	61,73	2,24
Camphene	944	946	0,47	0,09
$\beta$ -pinene	973	974	1,14	0,21

Myrcene	990	988	2,75	0,49
$\alpha$ -phellandrene	1002	1002	0,11	0,04
$\rho$ -cymene	1022	1020	0,11	0,04
Limonene	1026	1024	2,52	0,35
(Z)- $\beta$ -ocimene	1037	1032	0,11	0,05
(E)- $\beta$ -ocimene	1048	1044	0,20	0,05
$\gamma$ -terpinene	1057	1054	0,12	0,03
Terpinolene	1087	1086	0,56	0,07
Isoledene	1374	1374	0,15	0,04
$\alpha$ -copaene	1376	1374	0,27	0,02
$\beta$ -elemene	1393	1389	3,17	0,40
(E)-caryophyllene	1420	1417	0,66	0,07
Aromadendrene	1440	1439	1,69	0,09
$\alpha$ -humulene	1455	1452	0,19	0,04
Allo-aromadendrene	1462	1458	0,17	0,03
Germacrene D	1482	1480	0,99	0,11
$\beta$ -selinene	1488	1489	4,39	0,36
$\alpha$ -selinene	1497	1489	7,50	0,56
$\alpha$ -muurolene	1501	1500	0,43	0,04
Germacrene A	1506	1508	0,07	0,02
$\gamma$ -cadinene	1515	1513	0,22	0,02
7-epi- $\alpha$ -selinene	1519	1520	0,18	0,05
$\delta$ -cadinene	1525	1522	0,80	0,07
n-hexadecane	1599	1600	0,69	0,32
(Z)-asarone	1615	1616	0,33	0,05
			<b>91,73</b>	

<sup>1</sup>Constituintes apresentados na ordem de eluição da coluna.

<sup>2</sup>Adams (2007).

Da totalidade dos compostos encontrados (91,73%), apenas o (Z)-asarone compreende uma substância fenólica, os demais componentes são classificados como terpenos (91,40%), além de que não foi encontrado nenhuma substância nitrogenada. Os terpenos são metabólitos secundários que podem estar presentes em quase todas as plantas, sendo considerados os mais abundantes e diversificados compostos naturais (LEMOS, 2019).

Tomazoni et al. (2017) também encontraram como composto majoritário o  $\alpha$ -pineno (27,85%) na composição química do óleo extraído de folhas secas de *S. terebinthifolius*, além de  $\beta$ -pineno (8,37%) e espatulenol (9,09%). Santos et al. (2013), identificaram 37 constituintes químicos presentes no óleo essencial da aroeira, no qual os componentes principais foram germacreno D (25,0%), (E)- $\beta$ -cariofileno (17,5%) e  $\delta$ -elemeno (10,5%). Em outro estudo, o germacreno D (37,55%), (E)-caryophyllene (13,61%),  $\alpha$ -cadinol (4,29%) e  $\alpha$ -pineno (3,81%) foram os constituintes mais abundantes encontrados nas folhas frescas da aroeira vermelha (CLEMENTE, 2006). Na pesquisa

desenvolvida por Sousa et al. (2021), os principais componentes encontrados foram D-limoneno (96,6%),  $\alpha$ -pineno (1,1%), mirceno (1,0%),  $\beta$ -cariofileno (0,5%) e  $\delta$ -3-careno (0,2%).

Comparando os dados descritos na literatura com os encontrados, é possível aferir que existe uma variação entre os compostos majoritários presentes nas diferentes amostras dos óleos essenciais da espécie em estudo. Essas variações podem ocorrer devido ao estado de maturação e desenvolvimento da planta, à sazonalidade, ao ritmo circadiano, além da disponibilidade hídrica, nutrientes disponíveis, temperatura, altitude, poluição atmosférica, indução por estímulos mecânicos e/ou ataque de patógenos (GOBBO-NETO & LOPES, 2007).

Os constituintes  $\alpha$ -pineno e  $\beta$ -pineno são compostos monoterpênicos bicíclicos, formados por diversas estruturas químicas baseadas em duas unidades de isopreno ( $C_{10}$ ). O  $\alpha$ -pineno (2,6,6-trimetil bicíclico [3.1.1]-hept-2-eno) é um fitoconstituente monoinsaturado que apresenta um odor resinoso característico, tipo madeira. Esse composto é altamente volátil sob condições normais, em razão da sua alta pressão de vapor. Além disso é bastante encontrado nos óleos essenciais de coníferas, alecrim e lavanda (HO et al., 2006).

Em relação a sua atividade biológica, já é evidenciada propriedades larvicida (GOVINDARAJAN et al., 2016), antibacteriana (EDUARDO et al., 2018), antifúngica (NÓBREGA, 2019) e acaricida (IORI et al., 2005). Além disso, no trabalho realizado por Viegas Júnior (2003), foi verificado que monoterpênicos, como  $\alpha$ -pineno e  $\beta$ -pineno, após serem isolados e avaliados quanto à sua toxicidade em diferentes insetos, obtiveram diferentes taxas de mortalidade para diferentes estágios de desenvolvimento.

Vale ressaltar que o efeito biológico dos óleos essenciais não se restringe apenas na ação de um composto químico e sim sobre efeito sinérgico de uma variedade de substâncias presentes (VARDAR-UNLU et al., 2003), e como demonstrado anteriormente, o óleo de aroeira possui uma ampla variedade de substâncias em sua composição.

## 5.6 Outras informações

Outro ponto a ser mencionando é que nenhuma folha ou planta de feijoeiro utilizada nos experimentos apresentaram sintomas de fitotoxicidade, sendo esse um fator de elevada importância, pois para uma medida de controle ser considerada eficaz, os

vegetais não devem apresentar sensibilidade aos efeitos do produto utilizado. Os principais sintomas de fitotoxicidade de óleos essenciais são queimaduras nas pontas, margens ou toda a superfície das folhas, clorose ou amarelecimento parcial ou generalizado das folhas, enrugamento, botões florais e raízes injuriados, além do atraso no crescimento e desenvolvimento da planta (FAZOLIN et al., 2022). A fitotoxicidade pode estar associada, ainda, à concentração do óleo na aplicação, natureza da formulação, temperatura e umidade do ambiente, variando entre espécies de plantas e cultivares (NOLLET & RATHORE, 2017).

Por fim, visando a aplicação de um manejo integrado, salienta-se ainda a necessidade de novos trabalhos que contenham informações sobre o impacto do referido óleo essencial em organismos benéficos, que exerçam a função de inimigos naturais e polinizadores, em especial joaninhas, vespas e abelhas.

## 6 CONCLUSÕES

O óleo essencial de aroeira é o mais eficiente na indução da mortalidade do pulgão-preto do feijoeiro em condições de laboratório, controlando 83,33% das ninfas e 75,75% dos adultos, após 120 horas de exposição, e se mostrou efetivo também em casa de vegetação, controlando 73,52% das ninfas e 62,85% dos adultos, após 120 horas de exposição, abrindo novas perspectivas quanto à sua utilização como inseticida natural no controle desta praga, contribuindo de maneira econômica, social e ambiental com o viés da sustentabilidade.

O teste realizado em laboratório apresentou valores de mortalidade maiores do que no teste realizado em casa de vegetação, uma vez que em condições controladas de temperatura, umidade e fotofase o teor de degradação e volatilidade dos óleos essenciais não são degradados e volatilizados tão rapidamente.

O componente  $\alpha$ -pinene encontrado no óleo da aroeira é o majoritário, havendo, portanto, a necessidade de mais estudos com ele isolado para verificar se ele é o grande responsável pelo controle dos insetos no presente trabalho.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method for computing the effectiveness of insecticides. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n.15, p. 265-267, 1925.

ABDELLATIF, F.; HASSANI, A. Chemical composition of the essential oils from leaves of *Melissa officinalis* extracted by hydrodistillation, steam distillation, organic solvent and microwave hydrodistillation. **Journal of Materials and Environmental Science**, v. 1, n. 6, p. 207-213, 2015.

ABUD, R. O. G. **Manejo e Estratégias de Controle de Mosca-branca na Cultura do Algodão**. Canarana, (MT): Nortox, 2019, 3 p.

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry**, 4th Ed. Allured Publishing Corporation. Carol Stream, Illinois, 2007.

AFFONSO, C. R. G.; FERNANDES, R. M.; OLIVEIRA, J. M. G. DE.; MARTINS, M. C. C.; LIMA, S. G.; SOUSA JÚNIOR, G. R.; FERNANDES, M. Z. L. C. M.; ZANINI, S. F. Effects of the essential oil from fruits of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) on reproductive functions in male rats. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 1, p. 180-185, 2012.

AGROFIT. SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS. **Agrofit**: Consulta aberta. 2019. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 19 abr. 2021.

AGUIAR, J. C.; SANTIAGO, G. M.; LAVOR, P. L.; VERAS, H. N.; FERREIRA, Y. S.; LIMA, M. A.; ARRIAGA, A. M.; LEMOS, T. L.; LIMA, J. Q.; de JESUS, H. C.; ALVES, P. B.; BRAZ-FILHO, R. Chemical constituents and larvicidal activity of *Hymenaea courbaril* fruit peel. **Natural Product Communications**, v. 5, n. 12, p. 1977-1980, 2010.

AHEER, G. M.; AMJAD, A.; MANZOOR A. Abiotic factors effect on population fluctuation of alate aphids in wheat. **Journal of Agricultural Research**, v.46, p.367-371, 2008.

ALENCAR, J. W.; CRAVEIRO, A. A.; MATOS, F. J. A. Kovats indices as a presentation routine in mass spectra searches of volatiles. **Journal of Natural Products**, v. 47, n.5, p. 890-892, 1984.

ALMEIDA, F. D. A., DE MELO, B. A., DA SILVA, J. F., & DA SILVA, R. M. Emprego do óleo de *Copaifera langsdorffii* no controle de *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA**, 2014, Campo Grande- MS, Brasil, 2014, 9 p.

ALVES, A. S. S. C. Efeito de diferentes épocas do plantio de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na dinâmica populacional de insetos-pragas e seus inimigos

naturais. 140 f. 2020. **Tese** (Doutorado em produção vegetal) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

ALVES, L. T. **Óleos essenciais e fungos entomopatogênicos no controle de *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé, 2006 (Hemiptera: Thaumastocoridae) a campo.** 2022. 40p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Florestal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2022.

ANDRES, M. F.; ROSSA, G. E.; CASSEL, E.; VARGAS, R. M. F.; SANTANA, O.; DÍAZ, C.E.; GONZALEZ-COLOMA, A. Biocidal effects of *Piper hispidinervum* (Piperaceae) essential oil and synergism among its main components. **Food and chemical toxicology**, v. 109, p. 1086-1092, 2017.

ARAÚJO, M. J. C.; CÂMARA, C. A. G.; MORAES, M. M.; BORN, F. S. Insecticidal properties and chemical composition of *Piper aduncum* L., *Lippia sidoides* Cham. and *Schinus terebinthifolius* Raddi essential oils against *Plutella xylostella* L. **Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, n. 1, p. 1-14, 2020.

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, n. 1, p. 1-6, 2017.

ASBAHANI, A.; MILADI, K.; BADRI W.; SALA, M.; AIT ADDI, E. H.; CASABIANCA, H.; EL MOUSADIK, A.; HARTMANN, D.; JILALE, A.; RENAUD, F. N.; ELAISSARI, A. Essential oils: From extraction to encapsulation. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 483, n. 1, p. 220-243, 2015.

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

BANDEIRA, H. F. S.; LIMA, A. C. S.; TRASSATO, L. B.; STRUCKER, A.; VIEIRA, A. J. Bioactivity of *Annona montana* Macfad extracts on the black cowpea aphid (*Aphis craccivora* Koch). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.1, p. 41-46, 2017.

BAPTISTA, Y. A. Efeitos de óleos essenciais sobre *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae). 2021. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu, 2021.

BARBOSA, M. M.; DE ARAÚJO, P. J. P.; FURUIE, J. L.; BENATTO, A., ZIMMERMANN, R. C.; ZAWADNEAK, M. A. C. Óleos essenciais no controle da lagarta-da-coroa do morangueiro. In **Anais do V Congresso Brasileiro de Fitossanidade**, Curitiba, v. 5, n. 1, 2019.

BARIN-CRUZ, L.; PEDROZO, E.; MARTINET, A. C. Estratégia de desenvolvimento sustentável: integração matriz/filial numa multinacional siderúrgica europeia. **Revista Eletrônica de Administração**, v. 13, n. 1, p. 1-22, 2007.

BERG, J. M. T.; LUBERT, J. **Bioquímica**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 545p., 2008.

BEZERRA, E. A. Respostas bioquímicas comparativas de genótipos suscetíveis e resistentes de feijão-de-corda [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.] desafiados com o vírus do mosaico severo do caupi (CPSMV). 93 f. 2016. **Dissertação** (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

BFG – The Brazil Flora Group. Growing Knowledge: An overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v.64, n.4, p.1085-1113, 2015.

BIANCHIN, S. I.; JAHNKE, S. M. Atividade ovicida de óleos essenciais sobre *Plutella xylostella*. **XXXIII Salão De Iniciação Científica da UFRGS**, Rio Grande do Sul. 2021.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the world's crops** - An identification and information guide. 2nd edition. Chichester: John Wiley & Sons, Lda., 2000, 466 p.

BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.F. Taxonomic issues. In: EMDEN, H. F. van; HARRINGTON, R. (Ed.). **Aphids as crop pests**. London: Nosworthy Way, Wallingford, Oxfordshire, Hardcover, p.1-29, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Farmacopeia Brasileira**, volume 1. 6ª Ed. Brasília, 2019.

BRITO, S. S. S.; DE MAGALHÃES, C. R. I.; DE OLIVEIRA, C. R. F.; DE OLIVEIRA, C. H. C. M.; FERRAZ, M. S. S.; MAGALHÃES, T. A. Bioatividade de óleos essenciais sobre *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae) em feijão-comum armazenado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, p. 243-248, 2015.

BRUNO, C.; ALMEIDA, M. R. Óleos essenciais e ingredientes: prima para fabricação de bioprodutos nas amostras de química orgânica experimental. **Química Nova**, v. 44, n. 5, p. 899-907, 2021.

BULLA, M. K; HERNANDES L.; BAESSO, M. L.; NOGUEIRA, A. C.; BENTO, A. C.; BORTOLUZZI, B. B; SERRA L. Z.; CORTEZ D. A. Evaluation of Photoprotective Potential and Percutaneous Penetration by Photoacoustic Spectroscopy of the *Schinus terebinthifolius* Raddi Extract. **Photochemistry and Photobiology**, v. 91, n. 3, p. 558–566, 2015.

CAMARGO, T. F., ZANIN, A., MAZZIONI, S., MOURA, G. D., & AFONSO, P. S. L. Sustainability indicators in the swine industry of the Brazilian state of Santa Catarina. **Environment, Development and Sustainability**, v. 20, n. 1, p. 65 – 81, 2018.

CARNEIRO, F. F.; ALMEIDA, V. E. S. **Brasil é o país que mais usa agrotóxicos no mundo**. 2013. Disponível em: <http://www.conselhos.mg.gov.br/noticia>. Acesso em: 23 abr. 2021.

CARNEVALE, A. B.; BUENO, V. H. P; SAMPAIO, M. V. Parasitismo e desenvolvimento de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) em

*Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, p. 293-297, 2003.

CARTAXO, P. H. D. A. **Óleos essenciais no controle de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)**. 2020. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020.

CARVALHO, M. G.; MELO, A. G. N.; ARAGÃO, C. F. S.; RAFFIN, F. N.; MOURA, T. F. A. L. *Schinus terebinthifolius* Raddi: composição química, propriedades biológicas e toxicidade. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 15, n. 1, p. 158-169, 2013.

CARVALHO, S. K. **Letalidade de óleos essenciais de plantas medicinais sobre *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae)**. 2020. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina. 2020.

CAVALCANTE, J. W.; CAVALCANTE, V. M. G.; BIESKI, I. G. C. Conhecimento tradicional e etnofarmacológico da planta medicinal copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.). **Biodiversidade**, v. 16, n. 2, p. 123-132, 2017.

CAVAZZANA, J. M.; PEREIRA, M. H.; SILVA, F. B. B.; EHENDO, K. M. S. Ação de extratos vegetais sobre *Trypanosoma cruzi*. **Cuid Arte Enfermagem**, v. 9, n. 2, p. 117-121, 2015.

CEFET - Centro de Educação Tecnológica de Minas Gerais. **Cromatografia gasosa acoplado à espectrometria de massa**. Disponível em: <[http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAa\\_8AI/cromatografia-gasosa-acoplada-a-espectrometria-massa](http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAa_8AI/cromatografia-gasosa-acoplada-a-espectrometria-massa)>. Acesso em: 13 janeiro de 2023.

CIPRIANO, J.; MARTINS, L.; de DEUS, M. S. M.; PERON, A. P. O gênero *Hymenaea* e suas espécies mais importantes do ponto de vista econômico e medicinal para o Brasil. **Caderno de Pesquisa**, v. 26, n.2, p. 41-51, 2014.

CLEMENTE, A. D. **Composição química e atividade biológica do óleo essencial da pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. 2007. 63f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica analítica; Agroquímica inorgânica e Físico-química; Agroquímica orgânica). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.

CÔELHO, J. D. Produção de grãos – Feijão, milho e soja. **Caderno setorial ETENE**. Fortaleza: Banco do Nordeste, n. 33, p. 1-14, 2018.

COLE, E. R.; SANTOS, R. B.; LACERDA JÚNIOR, V.; MARTINS, J. D. L.; GRECO, S. J.; CUNHA NETO, A. Chemical composition of essential oil from ripe fruit of *Schinus terebinthifolius* Raddi and evaluation of its activity against wild strains of hospital origin. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.45, n.3, p.821-828, 2014.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L. BONATO; P. S. **Fundamentos de Cromatografia**. Editora Unicamp - Campinas, SP. 2006.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos, quinto levantamento, fevereiro 2020. Brasília: CONAB, 2020. Disponível em: [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br). Acesso em: 26 abr. 2021.

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

COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. M. Pragas dos citros: cochonilhas, pulgões, minador dos citros, cigarrinhas, bicho furão e mosca branca dos citros. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2020.

COSTA, J. V. T. A.; BLEICHER, E.; CYSNE, A. Q.; GOMES, F. H. T. Óleo e extrato aquoso de sementes de nim, Azadiractina e acefato no controle do pulgão-preto do feijão-de-corda. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 2, p. 238-241, 2010.

COSTA, T. B. da. **Estudo fitoquímico dos extratos das cascas dos frutos secos da *Copaifera langsdorffii* Desf.** 72 f. 2018. Monografia (Bacharelado em Farmácia). Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop – MT, 2018.

COWAN, M. M. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 12, n. 04, p. 564-582, 1999.

DANTAS, L. M.; SÁ, R. D.; PEREIRA, L. B. S.; RANDAU, K. P.; DA SILVA, F. C. L. Caracterização anatômica e histoquímica de *Schinus molle* L. In: LOPES, L. B. M.; MELO, T. S. **Biomedicina e Farmácia: Aproximações 2**. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. p. 211-222.

DE LA ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A. **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**. 1ªed. Iowa Wiley-Blackwell., USA, v.1, , 2010, 382p.

DIAS, L. S.; LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Physicochemical and bioactive properties of *Hymenaea courbaril* L. pulp and seed lipid fraction. **Industrial Crops and Products**, v. 49,n.8, p. 610-618, 2013.

DIXON, R. A. Natural products and plant disease resistance. **Nature**, v. 411, n. 1, p. 843-847, 2001.

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

DUTRA, J. A. C.; GOMES, V. E.V.; BLEICHER, E.; MACEDO, D. X. S.; ALMEIDA, M. M. M. Efficiency of botanical extracts against *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) nymphs in *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **EntomoBrasilis**, v. 13, e910-e910, 2020.

EDUARDO, S. L.; FARIAS, C. T.; FERREIRA, B. S.; FERREIRA, B. P.; LIMA, N. Z.; FERREIRA, B. S. Antibacterial activity and time-kill kinetics of positive enantiomer of

pinene against strains of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, v. 18, n. 11, p. 917-924, 2018.

FARIAS, R. F. 2008. **Introdução à Química do Petróleo**. Editora Ciência Moderna, Rio de Janeiro, Brasil. 2008.

FAZOLIN, M.; MAISFORTE, N. D. S.; de LIMA, M. E. C.; MONTEIRO, A.; RIMERIO, F. (2022). **Fitotoxicidade dos óleos essenciais e associação com adjuvantes para mitigar efeitos adversos na aplicação como inseticida**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022.

FERNANDES, A. R.; FONSECA, S. E.; CUNHA, C. L. Responsabilidade social e influências sobre retornos de cotações: um estudo acerca do desempenho de índices de sustentabilidade. **Revista Administração em Diálogo**, v. 20, n. 1, p. 25-39, 2018.

FERNANDES, E. T.; FAVERO, S. Óleo essencial de *Schinus molle* L. para o controle de *Sitophilus zeamais* Most. 1855 (Coleoptera: Curculionidae) em milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 1, p. 225-231, 2014.

FERRERA, T. S.; HELDWEIN, A. B.; DOS SANTOS, C. O.; SOMAVILLA, J. C.; SAUTTER, C. K. Substâncias fenólicas, flavonoides e capacidade antioxidante em erva-mate sob diferentes coberturas do solo e sombreamentos. **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, v. 18, n. 2, p. 588–596, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, K. R.; DURANTE, L. G. Y.; ARAÚJO, L. M.; LANSSANOVA, L. R.; GIL, R. L.; ANDRADE, F. R.; NARDIS, B. O. Distribuição espacial de *Aphis craccivora* Koch 1854 (Hemiptera: Aphididae) na cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 1-19, 2020.

FLORA DO BRASIL. (2020) **REFLORA – Plantas do Brasil: Resgate Histórico e herbário virtual para o conhecimento e conservação da flora brasileira**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 05 abr. 2022.

FRANÇA, S. M.; OLIVEIRA, J. V.; ESTEVES FILHO, A. B.; OLIVEIRA, C. M. Toxicity and repellency of essential oils to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in *Phaseolus vulgaris* L. **Acta Amazônica**, v. 42, n. 3, p. 381-386, 2012.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011, 84p.

FREITAS, M. C. **Potencial dos óleos essenciais das folhas das espécies *Pimenta dioica* Lindl e *Alpinia zerumbet* no controle de larvas de *Planococcus citri* em hortifruticulturas oriundas da agricultura familiar em comunidades tradicionais**.

2022. 33p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais). Universidade Federal do Maranhão, Pinheiro-Maranhão, 2022.

FUMAGALI, E.; GONÇALVES, R. A. C.; MACHADO, M. F. P. S.; VIDOTI, G. J.; OLIVEIRA, A. J. B. D. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: O exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 4, p. 627-641, 2008.

FURUIE, J. L.; ZIMMERMANN, R. C.; BENATTO, A.; BAENA, R.; ZAWADNEAK, M. A. C.; PIMENTEL, I. C. Efeito repelente de óleos essenciais sobre o comportamento de oviposição de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931). In **Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade**, v. 5, n. 1, 2019.

GARCIA, R.A.; JULIATTI, F.C.; BARBOSA, K.A.G.; CASSEMIRO, T.A. Atividade antifúngica de óleos e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 48-57, 2012.

GERHARDT, A.; PUTZKE, M. T. L.; LOVATTO, P. B. Atividade inseticida de extratos botânicos de três espécies silvestres do Rio Grande do Sul, Brasil, sobre *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) e *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae). **Caderno de Pesquisa**, v. 24, n. 2, p. 55-64, 2012.

GOBBO-NETO, L.; LOPES N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GOMES, V. E. V.; DUTRA, J. A. C.; ALMEIDA, M. M. M. Controlling the cowpea black aphid (*Aphis craccivora* Koch) with botanical extracts. **Biotemas**, v. 32, n. 3, p. 117-121, 2019.

GONÇALVES, A. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), a renewed multipurpose crop for a more sustainable agri-food system: nutritional advantages and constraints. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 9, p. 2941-2951, 2016.

GORCHOV, D. L.; PALMEIRIM, J. M.; ASCORRA, C. F. Dispersal of seeds of *Hymenaea courbaril* (Fabaceae) in a logged rain forest in the Peruvian Amazonian. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 2, p. 251-259, 2014.

GOVINDARAJAN, M.; RAJESWARY, M.; HOTI, S. L.; BHATTACHARYYA, A.; BENELLI, G. Eugenol,  $\alpha$ -pinene and  $\beta$ -caryophyllene from *Plectranthus barbatus* essential oil as eco-friendly larvicides against malária, dengue and Japanese encephalitis mosquito vectors. **Parasitology Research**, v. 115, n. 2, p. 807-815, 2016.

GRAZIA, J.; CAVICHIOLI, R. R.; WOLF, R. R. S.; FERNANDES, J. A. M.; TAKIYA, D. M. Hemiptera. Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 347-405.

GUENTHER, E. **Individual essential oils of the plant family Myrtaceae**. In: The essential oils. 4.ed. New York: Van Nostrand, 1977. v.04.

GUERRA, A. M. N. M.; SILVA, D. S. S.; SANTOS, P. S.; SANTOS, L. B. Teste de repelência de óleos essenciais sobre *Callosobruchus maculatus*. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.9, n.3, p.110-117, 2019.

GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P.; OLIVEIRA V. R. Biologia e manejo do pulgão *Aphis gossypii* em meloeiro. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2013. p. 7 (**Documento, 93**).

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos: Fundamentos da Entomologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017, 460 p.

HALFELD-VIEIRA, B. A.; MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. **Defensivos Agrícolas Naturais: uso e perspectivas**. Brasília: EMBRAPA; 2016, 853p.

HCDAL - Herbário Cariense Dárdano de Andrade-Lima. **Herbário Virtual da Flora e dos Fungos**. 2022. Disponível em: < <https://specieslink.net/col/HCDAL/>>. Acesso em: 08 ago. 2022.

HO, T.; VRABEC, J. T.; YOO, D.; COKER, N. J. Otomycosis: clinical features and treatment implications. **Otolaryngology-Head and Neck Surgery**, v. 135, n. 5, p. 787-791, 2006.

HODGSON, E. W.; VENETTE, R. C.; ABRAHAMSON, M.; RAGSDALE, D. W. Alate production of soybean aphid (Homoptera: Aphididae) in Minnesota. **Environmental Entomology**, v. 34, p.1456-1463, 2005.

IORI, A.; GRAZIOLI, D.; GENTILE, E.; MARANO, G.; SALVATORE, G.; Acaricidal properties of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* Cheel (tea tree oil) against nymphs of *Ixodes ricinus*. **Veterinary Parasitology**, v. 129, p. 173-176, 2005.

ISMAN, M. B. Pesticides Based on Plant Essential Oils: Phytochemical and Practical Considerations. In: Jeliazkov and Cantrell: **Medicinal and Aromatic Crops: Production, Phytochemistry, and Utilization**. S. Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC, 2016.

JEMÂA, J. M. B.; HAOUEL, S.; BOUAZIZ, M.; KHOUJA, M. L. Seasonal variations in chemical composition and fumigant activity of five Eucalyptus essential oils against three moth pests of stored dates in Tunisia. **Journal of Stored Products Research**, v. 48, n. 1, p. 61-67, 2012.

JOHARCHI, M. R.; AMIRI, M. S. Taxonomic evaluation of misidentification of crude herbal drugs marked in Iran. **Avicenna Journal of Phytomedicine**, v.2, n. 2, p. 105-112, 2012.

KAMANULA, J. F.; BELMAIN, S. R.; HALL, D. R.; FARMAN, D. I.; GOYDER, D. J.; MVUMI, B. M.; MASUMBU, F. F.; STEVENSON, P. C. Chemical variation and insecticidal activity of *Lippia javanica* (Burm. f.) Spreng essential oil against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Industrial Crops and Products**, v. 110, n.1, p. 75-82, 2017.



KHATER, H. F. Prospects of Botanical Biopesticides in Insect Pest Management. **Pharmacologia** **3**, v. 12, p.641-656, 2012.

KHODDAMI, A.; WILKES, M. A.; ROBERTS, T. H. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. **Molecules**, v.18, n. 2, p. 2328-2375, 2013.

KLEIN, A. P. P.; SOUZA, J. **Otimização do processo de obtenção do óleo essencial de folhas frescas e secas de Capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) por hidrodestilação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química), Departamento de Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2012.

KLEPACKA, J.; GUJSKA, E.; MICHALAK, J. Phenolic compounds as cultivar-and variety-distinguishing factors in some plant products. **Plant Foods Human Nutrition**, v. 66, n. 1, p.64-69, 2011.

KRUGER, S. D.; PETRI, S. M. Avaliação da sustentabilidade da produção suinícola sob o enfoque das externalidades. **Revista Universo Contábil**, v. 14, n. 2, p. 137-161, 2019.

KRUGER, S. D.; ZANELLA, C.; BARICHELO, R.; PETRI, S. M. Sustentabilidade: uma abordagem acerca das percepções dos acadêmicos de uma instituição de ensino superior de Santa Catarina. **Revista GUAL**, v. 11, n. 3, p. 86 -104, 2018.

LEMOS, C. M. **Extração do óleo fixo do *Syagrus cearensis* Noblick e atividade inseticida sobre o *Callosobruchus maculatus* em feijão armazenado**. 44f. 2019. Monografia (Licenciatura em Química). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada – PE, 2019.

LI, M.; WANG, S.; HE, L. Development of an analytical method coupling cell membrane chromatography with gas chromatography-mass spectrometry via microextraction by packed sorbent and its application in the screening of volatile active compounds in natural products. **Journal of Chromatography B**, v. 974, n.1, p. 9-16, 2015.

LIMA, J. E. C.; SÁTIRO, J. S.; SILVA, I. R. N.; MACÊDO, L. A.; PEREIRA, C. K. **S. Uso da fitoterapia no controle do vetor (*Aedes aegypti*) da dengue: estudo de revisão da literatura**. 2018. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/41452>>. Acesso em: 10/01/2022.

LISBOA, A. R. **Uso do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus*) no controle biológico do pulgão preto do feijoeiro (*Aphis craccivora*) (Hemiptera: Aphididae)**. 28f. 2018. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Universidade Federal de Campina Grande Paraíba, 2018.

LIU, T. X.; SPARKS JR. A. N. **Aphids on Cruciferous Crops Identification and Management**. 2001. Disponível em: <https://www.agrilifebookstore.org/Default.asp>. Acesso em: 23 abr. 2021.

LISBOA, A. J. M.; QUEIROZ, F. J. G.; GIOTTO, A. C.; SANTOS, J. F. D.; SILVA, K. C. D. Análises fotoquímicas de *Copaifera langsdorffii* DESF. **Revista de Divulgação Científica Sena Aires**, v. 7, n. 3, p. 208-213, 2018.

LOCATELLI, V. E. R.; MEDEIROS, R.D.; SMIDERLE, O.J.; ALBUQUERQUE, J. A. A. Eficiência da irrigação e produtividade de feijão-caupi no Cerrado Roraimense. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.2, p. 1716-1722, 2014.

LUCCA, P. S. R. **Potencial inseticida de extratos de funcho, erva-doce, cravo-da-índia e do preparo homeopático para o controle de pulgão em couve**. 75f. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR. 2009.

LUONG, J.; GRAS, R.; CORTES, H. J.; SHELLIE, R. Multidimensional gas chromatography for the characterization of permanent gases and light hydrocarbons in catalytic cracking process. **Journal of Chromatography A**, v. 1271, p. 185-191, 2013.

MAGALHÃES, C. R. I.; OLIVEIRA, C. R. F.; MATOS, C. H. C.; BRITO, S. S. S.; MAGALHÃES, T. A.; FERRAZ, M. S. S. Potencial inseticida de óleos essenciais sobre *Tribolium castaneum* em milho armazenado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 1150-1158, 2015.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mercado de biodefensivos cresce mais de 70% no Brasil em um ano**. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/noticias/feffmercado-debiodefensivos-cresce-em-mais-de-50-nobrasil>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MARINHO-PRADO, J. S.; MORAIS, L. A. S. de; PAZIANOTTO, R. A. A. Efeito deletério de óleos essenciais sobre *Anticarsia gemmatalis* e *Helicoverpa armigera*. **Embrapa Meio Ambiente-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2019.

MARRIOTT, P. J.; SHELLIE, R.; CORNWELL, C. Gas chromatographic technologies for the analysis of essential oils. **Journal of Chromatography A**, v. 936, n. 1- 2, p. 1-22, 2001.

MEBRATU, D. Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. **Environmental Impact Assessment Review**, vol.18, n. 6, p. 493-520, 1998.

MEDEIROS, F. C. M. **Caracterização química e atividade biológica de óleos essenciais de plantas do cerrado contra fungos xilófagos**. 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Curso de Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2014.

MELO, B. A.; ALMEIDA, F. D. A. C. Atividade inseticida do óleo de *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaiba) sobre *Tribolium castaneum*. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 20, n. 4, p. 1-8, 2015.

MENEZES FILHO, A. C. P. *Schinus molle* e *Schinus terebinthifolius*: Revisão sistemática da classificação, e aspectos químicos, fitoquímicos, biológicos e farmacobotânicos. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, V. 3, n. 3, p. 490-513, 2020.

MENEZES FILHO, A. C. P.; OLIVEIRA FILHO, J. G. de; CASTRO, C. F. de S. Avaliações antioxidante e antifúngica dos óleos essenciais de *Hymenaea stigonocarpa*

Mart. ex Hayne e *Hymenaea courbaril* L. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 8, n. 2, p. 104-114, 2020.

MERCÊS, P. F. F. **Variação da composição química e da atividade antifitopatogênica dos óleos essenciais das folhas e frutos de *Hymenaea courbaril* L. var. *courbaril* (Fabaceae) coletadas em área de extrema importância biológica para a conservação.** 103f. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

MERCÊS, P. F. F.; BESSA, C. M. A. S.; MALAFAIA, C. B.; SILVA, M. M. C.; BEZERRA-SILVA, P. C.; NAVARRO, D. M. A. F.; NAPOLEÃO, T. H.; CORREIA, M. T. S.; SILVA, M. V.; OLIVA, M. L. V. Caracterização fitoquímica e avaliação do potencial acaricida e inseticida do óleo essencial de *Hymenaea courbaril* L. var. *courbaril* sobre o ácaro-rajado e o gorgulho do milho. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 4, p. 417-428, 2018.

MERINO, F. J. Z.; OLIVEIRA, V. B.; PAULA, C. S.; CANSIAN, F. C.; SOUZA, A. M.; ZUCHETTO, M.; HIROTA, B. C. K.; DUARTE, A. F. S.; KULIK, J. D.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Análise fotoquímica, potencial antioxidante e toxicidade do extrato bruto etanólico e das frações da espécie *Senecio westermanni* Dusên frente à *Artemia salina*. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 17, n. 4, supl. 3, p. 1031-1040, 2015.

MIRANDA, J. E.; RODRIGUES, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. A. de; SILVA, C. A. D.; ALMEIDA, R. P. de; RAMALHO, F. de S. **Guia de identificação de pragas do algodoeiro.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2015. 69 p.

MIRMOHAMMADI, S.; ALLAHYARI, H.; NEMATOLLAHI, M. R.; SABOORI, A. Effect of host plant on biology and life table parameters of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.102, p.450-455, 2009.

MORAES, L. A. S.; MARINHO-PRADO, J. S. Plantas com atividade inseticida, p.542-593. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas.** Jaguariúna., Embrapa Meio Ambiente, 853 p., 2016.

MORI, E. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREITAS, N. P.; MARTINS, R. B. **Sementes florestais: guia para germinação de 100 espécies nativas.** São Paulo: Instituto Refloresta, 2012. 159 p.

MOTA, T. A.; SOUZA, M. F. de; FERNANDES, M. G.; FONSECA, P. R. B.; KASSAB, S. O.; QUADROS, J. C. de. Biological parameters of the non-target pest *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) on genetically modified (GM) Bt cotton. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 16, p. 1987-1992, 2013.

MOURA, D. F.; MELO, M. A.; BARROS, D. M.; ROCHA, T. A.; SILVA, F. A.; DA SILVA, G. M.; OLIVEIRA, G. B.; MEDEIROS, S. M. F. R. D.; CAVALCANTI, I. D.; L.; MACÊDO, D. C. S.; SOARES, J. C. S.; NUNES, J. S.; SIQUEIRA, T. T. A.; LEITE, A. R. F.; COSTA, M. P.; DINIZ, M. A.; COSTA, M. P.; SANTOS, J. M. S.; DA FONTE, R. D. A. B. A importância da Biossegurança na Produção e Utilização de Produtos

Naturais e Fitoterápicos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 7054-7062, 2020.

MOURÃO, D. M.; SALES, N. S.; COELHO, S. B.; PINHEIRO-SANTANA, H. M. Biodisponibilidade de vitaminas lipossolúveis. *Revista de Nutrição*, v.18, n. 4, p. 529-539, 2005.

NAUEN, R.; JESCHKE, P.; VELTEN, R.; BECK, M. E.; EBBINGHAUS-KINTSCHER, U.; THIELERT, W.; WÖLFEL, K.; HAAS, M.; KUNZ, K.; RAUPACH, G. Flupyradifurone: a brief profile of a new butenolide insecticide. **Pest Management Science**, v. 71, n. 6, p. 850–862, 2015.

NEVES, W. S.; PARREIRA, D. F.; LOPES, E. A.; OLIVEIRA, P. M. Óleos e extratos de origem vegetal para o controle de doenças de plantas. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, p. 1-14, 2020, (**Circular Técnica, 314**).

NIEDZWIECKI, A.; ROOMI, M. W.; KALINOVSKY, T.; RATH, M. Anticancer efficacy of polyphenols and their combinations. **Nutrients**, v. 8, n. 9, p. 552, 2016.

NÓBREGA, J. R. **Avaliação da atividade antifúngica in vitro do  $\alpha$ -pineno sobre *Candida spp.* isoladas de pacientes com otomicose**. 64 f. 2019. Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB. 2019.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos avançados**, v. 29, n. 83, p.183-207, 2015.

NOLLET, L. M.; RATHORE, H. S. Essential oil mixtures for pest control. In: RATHORE, H. S.; NOLLET, L. M. (ed.). **Green pesticides handbook: essential oils for pest control**. CRC Press, p. 509-521, 2017.

OKOH, O. O.; SADIMENKO, A. P.; AFOLAYAN, A. J. Comparative evaluation of the antibacterial activities of the essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. obtained by hydrodistillation and solvent free microwave extraction methods. **Food Chemistry**, v. 120, p. 308-312, 2010.

OLIVEIRA, C. R. R. **Reação de genótipos de feijão-caupi às coinfeções pelo Cucumber mosaic virus, Cowpea aphid-borne mosaic virus e Cowpea severe mosaic**. 120 p. 2011. Dissertação (Mestrado em genética e melhoramento) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

OLIVEIRA, G. A.; ARAUJO, W. F.; CRUZ, P. L. S.; LIMA, W. L. M.; FERREIRA, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no Cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 872-882, 2011.

OLIVEIRA, M. B. **Extração, caracterização e avaliação da atividade larvicida do óleo essencial do *Citrus Limon* Linneo (limão) frente ao mosquito *Aedes aegypti***. Dissertação. (Mestrado em Química). 77 f. 2012. São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 2012.

OZDAL, T.; SELA, D. A.; XIAO, J.; BOYACIOGLU, D.; CHEN, F.; CAPANOGLU, E. The Reciprocal interactions between polyphenols and gut microbiota and effects on bioaccessibility. **Nutrients**, v. 8, n. 2, p. 78, 2016.

PAVARINI, D. P.; PAVARINI, S. P.; NIEHUES, M.; LOPES, N. P. Exogenous influences on plant secondary metabolite levels. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, n. 1-4, p. 5-16, 2012.

PAVELA, R.; SEDLÁK, P. Post application temperature as a factor influencing the insecticidal activity of essential oil from *Thymus vulgaris*. **Industrial Crops and Products**, v. 113, n. 8, p. 46-49, 2018.

PEREIRA, C. D.; LOMÔNACO, C. Produção de formas aladas em colônias de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) por indução do parasitóide *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Aphididae) em alguns aspectos comportamentais da interação destas espécies. **Neotropical Entomology**, v.32, p.97-102, 2003.

PEREIRA, C. G.; SANCHES, L. A.; MASCARENHAS, G. T.; GARLET, J.; PEREIRA, M. S. Insecticide activity of *Copaifera langsdorffii* oil in *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae). **Bosque**, v. 13, n. 1, p. 51-55, 2022.

PEREIRA, F. J.; MARTINS, F. T.; CORRÊA, R. S.; MOREIRA, M. E.; COSTA, A. M. D. D.; SANTOS, M. H. D.; BARBOSA, L. C. Isolamento, composição química e atividade anti-inflamatória do óleo essencial do pericarpo de *Copaifera langsdorffii* Desf. de acordo com hidrodestilações sucessivas. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 27, n. 3, p. 369-74, 2008.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO L. H. C.; PIGNATTI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.

PISTELLI, E. C.; SILVA, A. B. Descrição da metodologia do uso de Clevenger na extração de óleos essenciais. In: Simpósio de pesquisa, 7, 2012, Alfenas. **Anais eletrônicos...** SEMIC. Alfenas: UNIFENAS, 2012.

RABELO, J. S.; BLEICHER E. Controle de pulgão-preto em feijão-caupi com o uso de sementes de Annonaceae e a bioatividade das sementes em diferentes épocas de armazenamento. **Revista Agropecuária Científica do Semiárido Brasileiro**, v. 10, n. 4, p. 05-08, 2014.

RAMÍREZ-ALBORES, J. E.; BUSTAMANTE, R. O.; BADANO, E. I. Improved predictions of the geographic distribution of invasive plants using climatic niche models. **PLoS ONE**, v. 11, n. 5, p. 1-14, 2016.

RATES, S. M. K. Plants as sources of drugs. **Toxicon**, v. 39, n. 05, p. 603-613, 2001.

REZENDE, F. M.; ROSADO, D.; MOREIRA, F. A.; CARVALHO, W. R. S. Vias de síntese de metabólitos secundários em plantas. In: SILVA, F. N.; RAIMUNDO, S. G.;

SAITO, L. C.; NAVARRO, B. B.; HIDALGO, E. M. P.; MOREIRA, F. A.; GAGLIANO, J.; CARVALHO, W. R. S.; COUTINHO NETO, A. A.; DIAS, D. L. O. **VI Botânica no Inverno 2016**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 2016, p. 93-104.

RIBEIRO, M. P. **Performance do sal de ácido carboxílico sobre o pulgão do algodoeiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). 38 f. 2019. Chapadão do Sul: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2019.

RODRIGUES, E. C. R.; FERREIRA, A. M.; VILHENA, J. C. E.; ALMEIDA, F. B.; CRUZ, R. A. S.; FLORENTINO, A. C.; SOUTO, R. N. P.; CARVALHO, J. C. T.; FERNANDES, C. P. Development of a larvicidal nanoemulsion with Copaiba (*Copaifera duckei*) oleoresin. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 6. 699-705, 2014.

RODRIGUES, R. C.; SOUZA, J. B. B. Utilização do óleo de copaíba no tratamento e cicatrização de lesões. **Revista Interdisciplinar de Ciências Médicas – Anais**, v. 1, n. 4, p. 168, 2017.

RODRIGUES, V. M.; VALENTE, E. C. N.; LIMA, H. M. A.; TRINDADE, R. C. N.; DUARTE, A. G. Avaliação de extratos de *Annona muricata* L. sobre *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n.3, p. 75-83, 2014.

SALES, G. W. P. **Avaliação da atividade microbiana e do mecanismo de ação do óleo essencial extraído da casca de frutos da *Hymenaea courba* L.** 2014. 138f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Fortaleza, 2014.

SALES, G. W. P.; BATISTA, A. H. de M.; ROCHA, Q. L.; NOGUEIRA, N. A. P. Efeito antimicrobiano e modulador do óleo essencial extraído da casca de frutos da *Hymenaea courba* L. **Revista Ciências Farmacêutica Básica Aplicada**, v. 35, n. 4, p. 709-715, 2014.

SALES, J. B. R. **Estudo populacional do mosquito *Aedes* spp e medidas de intervenção em campo com uso de óleo essencial de *Croton rhamnifolioides* com efeito deterrente no cemitério da Várzea, Recife, Pernambuco**. 2018. 96 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2018.

SANTANA, R. S.; BIANCHINI-PONTUSCHKA, R.; HURTADO, F. B.; OLIVEIRA, C. A. de; MELO, L. P. R.; SANTOS, G. J. dos. Uso medicinal do óleo de copaíba (*Copaifera* sp.) por pessoas da melhor idade no município de Presidente Médici, Rondônia, Brasil. **Acta Agronomica**, v. 63, n. 4, p. 361, 2014.

SANTOS, C. A. B.; SILVA, A. P. M. Extratos vegetais de plantas daninhas contra o pulgão *Aphis craccivora* Koch 1854, no feijão *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.6, n.2, p. 69-75, 2015.

SANTOS, C. A. B.; SILVA, A. P. M.; SCHER, F. A.; ROCHA, A. G.; SILVA, J. A.; MOREIRA, J. O. T. Atividade inseticida de extratos vegetais contra o pulgão (*Aphis*

*craccivora* Koch) do feijão caupi (*Vigna unguiculata*). **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

SANTOS, D. B. dos. **Atividade larvicida da *Copaifera langsdorffii* (Leguminosae), evidenciada pelas alterações morfohistológicas em *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae)**. 71 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Biologia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2015.

SANTOS, M. R. A.; LIMA, R. A.; SILVA, A. G.; LIMA, D. K. S.; SALLET, L. A. P.; TEIXEIRA, C. A. D.; FACUNDO, V. A. Composição química e atividade inseticida do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) Ferrari. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, p. 757- 762, 2013.

SANTOS, M. T.; PONTES, M. A. N.; MORAIS, M. F. S.; SILVA NETA, M. N.; SILVA, D. D. **Cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (cg-em) e suas diversas aplicações**. Anais I CONBRACIS... Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/19078>>. Acesso em: 13/02/2023.

SAROYA, A. S. Herbalism, Phytochemistry and Ethnopharmacology. **Science Publishers**, v. 1, n. 1, p. 411, 2010.

SEQUEIRA, B. M.; NETO, R.; FLAUZINO, L. B.; TOZATTI, M. G.; SOUZA, J. M.; MAGALHÃES, L. G.; SILVA, M. L. A.; CUNHA, W. R. Avaliação *in vitro* da atividade leishmanicida de *Hymenae courbaril*. **Investigação**, v. 15, n. 6, 2016.

SILVA, G. G. **Avaliação comparada do óleo essencial da oleoresina de duas copaibeiras brasileiras e seus efeitos sobre o desenvolvimento larval de *Stegomyia aegypti* Linnaeus, 1754**. 2012, 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade de Vila Velha – ES, 2012.

SILVA, K. J. D.; ROCHA, M. M.; MENEZES JÚNIOR, J. A. N. Socioeconomia. In: BASTOS, E. A. **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2016. p. 6-12.

SILVA, L. M. S. da. Aspectos biológicos da fase larval de *Ceraeochryza caligala* (Banks, 1946) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com os hemípteros *Orthezia praelonga* Douglas, 1891 (Ortheziidae), *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Pseudococcidae) e *Brevicoryne brassicae* (L.,1758). 2006. 73 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

SILVA, M. A.; PESSOTTI, B. M. DE S.; ZANINI, S. F.; COLNAGO, G. L.; NUNES, L. DE C.; RODRIGUES, M. R. A.; FERREIRA, L. Óleo essencial de aroeira vermelha como aditivo na ração de frangos de corte. **Ciência Rural**, v.41, n.4, p. 676-681, 2011.

SILVA, M. F. R. da; BEZERRA-SILVA, P. C.; LIRA, C. S. de; ALBUQUERQUE, B. N. de L.; AGRA NETO, A. C.; PONTUAL, E. V.; MACIEL, J. R.; PAIVA, P. M. G.; NAVARRO, D. M. do A. F. Composition and biological activities of the essential oil of

*Piper corcovadensis* (Miq.) C. DC (Piperaceae). **Experimental Parasitology**, v. 165, n.1, p. 64-70, jun. 2016.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, P. H. S.; CARVALHO, D. D. P.; BARRETO, A. L. H.; CASTRO, M. (2013). Eficiência de doses do óleo essencial de *Piper tuberculatum* Jacq. sobre adultos do pulgão-preto-do-feijão-caupi *Aphis craccivora* Koch. In: **Congresso Nacional de feijão-caupi**, 3., 2013, Recife. Feijão-Caupi como alternativa sustentável para os sistemas produtivos familiares e empresariais. Recife: IPA, 2013.

SIMPSON, S. J.; DOUGLAS, A. E. (2013). **The insects: structure and function**. RF Chapman. 5th ed. USA: Cambridge University Press; 2013. 929 p.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. Florianópolis: UFSC; Porto Alegre: UFRGS, 2004.

SOARES, J. M.; SANTOS, M. M. R.; CANDIDO, C. J.; NOVELLO, D. Cookies adicionados de farinha de jatobá: composição química e análise sensorial entre crianças. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, v. 18, n. 3, p. 74-82, 2016.

SOARES, K. A.; RESENDE, A.; SILVA JÚNIOR, W. S.; PANDOLFO, C. Avaliação da atividade antimicrobiana de extrato de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) sobre bactérias Gram negativas e Gram positivas. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 17. n.4. p. 17-28, 2013.

SOUSA, E. P.; SILVA, L. M. M.; SOUSA, F. C.; FERRAZ, R. R.; FAÇANHA, L. M.; Caracterização físico-química da polpa farinácea e semente do Jatobá. **Revista Verde**, v. 7, n. 2, p. 117-121, 2012.

SOUZA, K. N.; TORRES FILHO, J.; BARBOSA, L. S.; SILVEIRA, L. M. Avaliação de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes em Mossoró-RN. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.1, p. 9-14, 2019.

SOUZA, L. A.; LIMA R. M. B; Métodos para produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e colubrina (*Colubrina glandulosa* Perk) em condições de viveiro na Amazônia; In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 64, **Resumos...** São Luis, 2012, 323 p.

SOUZA, S. M. S. **Variabilidade morfoagronômica de variedades tradicionais de feijão-caupi do Acre**. 2016, 69 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Acre, Rio Branco-AC, 2016.

STEFANELLO, F. S.; FRUET, A. P. B.; SIMEONI, C. P.; CHAVES, B. W.; OLIVEIRA, L. C. DE; NÖRNBERG, J. L.; NÖRNBERG, J. L. Brewers'spentgrain: bioactivity of phenolic compounds; applicability in animal nutrition and functional foods. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 0, p. 01–10, 2014.



TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2013. **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre. 820 p.

TERTO, H. E. B; ANDRADE, L. R. Utilização de agrotóxicos por trabalhadores rurais na microbacia do córrego das areias no município de nova Brasilândia d'oeste-RO. **Revista Científica da UNESC**, v. 15, n. 1, p.01, 2017.

TRIPHATI, A. K.; UPHADHYAY, S.; BHUIYAN, M.; BATTACHARYA, 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.

TLILI, N.; YAHIA, Y.; FERIANI, A.; LABIDI, A.; GHAZOUANI, L.; NASRI, N.; SAADAOU, E.; KHALDI, A. *Schinus terebinthifolius* vs *Schinus molle*: A comparative study of the effect of species and location on the phytochemical content of fruits. **Industrial Crops & Products**, v. 122, n. 1, p. 559-565, 2018.

TOMAZONI, E. Z.; RIBEIRO, R. T. S.; SCHWAMBACH, J. Potencial fungitóxico dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi contra fungos patogênicos do tomateiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, n. 2, p. 1-7, 2017.

ULUSOY, S.; ATAKAN, E.; DINCER, S. Neonicotinoid resistance of *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) in cotton fields of Cukurova Region. **Turkey journal of entomology**, v. 42, n. 1, p. 23–31, 2018.

VALENTE, P. P.; AMORIN, J. M.; CASTILHO, R. O.; RIBEIRO, M. F. 2014. *In vitro* acaricidal efficacy of plant extracts Brazilian flora and isolated substances against *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, v. 113, n. 1, p. 417-413, 2014.

VALÉRIO, E.; FIGUEIREDO, E.; GODINHO, M. C.; ALEXANDRE, P.; SANTOS, J. **Guia prático: Para (re)conhecer pragas e meios de proteção**. Alcobaça. Portugal: COTHN, 2019, 112 p.

VAN EMDEN, H. F. **Handbook of agricultural entomology**. Hoboken, Nova Jersey: Wiley-Blackwell, 2013, 311p.

VANDAR-UNLU, G.; CADAN, F.; SÖKMEN, A.; DAFERERA, D.; POLISSIOU, M.; SÖKMEN, M.; DÖNMEZ, E.; TEPE, B. Antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil and methanol extracts of *Thymus pectinatus* Fish. Et Mey. Var. *pectinatus* (Lamiaceae). **Journal of Agricultural and food chemistry**, v. 51, n. 1, p. 63-67, 2003.

VERAS, B. O.; OLIVEIRA, M. B. M.; OLIVEIRA, F. G. S.; SANTOS, Y. Q.; OLIVEIRA, J. R. S.; LIMA, V. L. M.; ALMEIDA, J. R. G. S.; NAVARRO, D. M. A. F.; AGUIAR, J. C. R. O. F.; AGUIAR, J. S.; GORLACH-LIRA, K.; ASSIS, C. R. D.; SILVA, M. V.; LOPES, A. C. S. Chemical composition and evaluation of the antinociceptive, antioxidante and antimicrobial effects of essential oil from *Hymenaea cangaceira* (Pinto, Mansano & Azevedo) native to Brazil: A natural medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 247, p. 112265, 2020.

VIEIRA, D. S. M. M.; EVANGELISTA JUNIOR, W. S.; SILVA, L. J. S.; PEREIRA, D. L.; SILVA, R. A.; PEREIRA, V. B.; SILVA, F. A.; DIAS, M. S. Extratos da algarobeira como alternativa de controle do pulgão preto do feijoeiro *Aphis craccivora*. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.1, n.1. p. 47-53, 2019.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: Uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, v.26, n. 3, p.390- 400, 2003.

WINK, M. **Annual plant reviews: biochemistry of plant secondary metabolism**. 2 ed. Nova Delhi: Wiley-Blackwell, 424p., 2010.

YADAV, K. S.; PANDYA, H. V.; PATEL, S. M.; PATEL, S. D; SAIYAD, M. M. Population dynamics of major insect pests of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **International Journal of Plant Protection**, v.8, n.1, p.112-117, 2015.

ZONA, S. The correct gender of *Schinus* (Anacardiaceae). **Phytotaxa**, v. 222, n. 1, p. 75-77, 2015.