

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

GABRIEL SILVA DIAS

**TOXICIDADE DE ÓLEO DE NIM (*Azadirachta indica* A. JUSS) ASSOCIADO A
ÓLEOS MINERAIS NO CONTROLE DE *Maconellicoccus hirsutus* (GREEN) E
Phenacoccus solenopsis TINSLEY (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE)**

SÃO LUÍS

2022

GABRIEL SILVA DIAS

**TOXICIDADE DE ÓLEO DE NIM (*Azadirachta indica* A. JUSS) ASSOCIADO A
ÓLEOS MINERAIS NO CONTROLE DE *Maconellicoccus hirsutus* (GREEN) E
Phenacoccus solenopsis TINSLEY (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Agronomia Bacharelado do
Centro de Ciências Agrárias da Universidade
Estadual do Maranhão, como requisito para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gislane da Silva Lopes

SÃO LUÍS

2022

Dias, Gabriel Silva.

Toxicidade de óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) associado a óleos minerais no controle de *Maconellicoccus hirsutus* (Green) e *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) / Gabriel Silva Dias. – São Luís, 2022.

30 f

Monografia (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão, 2022.

Orientadora: Profa. Dra. Gislane da Silva Lopes.

1. Ação inseticida. 2. Coccoídeos. 3. Controle de pragas. I. Título.

CDU: 632.93

Elaborado por Giselle Frazão Tavares - CRB 13/665

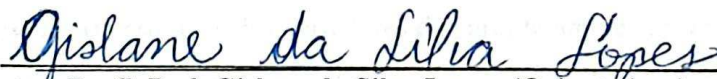
GABRIEL SILVA DIAS

**TOXICIDADE DE ÓLEO DE NIM (*Azadirachta indica* A. JUSS) ASSOCIADO A
ÓLEOS MINERAIS NO CONTROLE DE *Maconellicoccus hirsutus* (GREEN) E
Phenacoccus solenopsis TINSLEY (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Estadual do
Maranhão, como requisito para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 21/01/2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr.ª Gislane da Silva Lopes (Orientadora)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade/CCA/UEMA



Prof. Dr.ª Raímunda Nonata Santos de Lemos
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade/CCA/UEMA



Prof. Dr.ª Janaina Marques Mondego
Universidade Estadual do Maranhão/Campus São Bento

AGRADECIMENTOS

À minha mãe e a minha irmã, por me entenderem e apoiarem as minhas escolhas e ao meu pai que me deu suporte quando precisei.

À Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos, que desde o início teve paciência, me orientou, ajudou e me deu a oportunidade de desenvolver meus trabalhos de iniciação científica.

À Albéryca Stephany de Jesus Costa Ramos, que me auxiliou durante meus trabalhos e fez com que me apaixonasse pelas cochonilhas e joaninhas, sou eternamente grato pela ajuda durante esses anos e pelos puxões de orelha que me ajudaram a crescer como pesquisador.

À Profa. Dra. Gislane da Silva Lopes, a qual me orientou e foi compreensiva nos momentos delicados durante o desenvolvimento do trabalho e que me deu a oportunidade de publicar, contribuindo para a minha escrita e olhar mais crítico.

À Profa. Dra. Josilda Junqueira Ayres Gomes, por todas as conversas, conselhos e ensinamentos durante as aulas e monitorias.

À Victória Kelly, Gabriel Garcês e Jossânya Benilsy que me aturam desde o 2017.1 e me ajudaram durante toda a minha graduação, obrigado por tudo.

À Cintya Santos, que me salvou em diversas situações e trabalhos <3 e me acalmou em todos os momentos de desespero, te amo.

À minha querida amiga Ana Karoline Sodré, que me recebeu amorosamente desde o início do curso e foi de extrema importância durante a minha graduação, sinto falta de todas as conversas eternas nas esquinas dos corredores da agro, te amo e espero manter a amizade por bastante tempo.

Aos meus amigos Raymyson Queiroz, Lucas Mesquita e João Aguiar, que suportaram e suportam minhas reclamações diárias e me fazem rir bastante.

Às minhas amigas Francilene Silva, Anne Santos e Aline Mascarenhas, as quais passaram grande parte do tempo comigo no laboratório, me ajudando e fofocando durante os lanches e experimentos.

À “Bi”, Nazi Barroso, Juliana Félix, Nathalia Monteiro, Kessia e Leticia O’hara, apesar da distância agora, foram extremamente importantes para o meu amadurecimento, ubuntu pra vocês.

À toda a equipe que trabalha no Laboratório de Entomologia, em especial ao Prof. Dr. Adriano Soares Rego, por me auxiliar e tirar dúvidas durante todos os meus trabalhos.

"Sou quem sou, porque somos todos nós"

- Ética antiga africana

RESUMO

Os óleos vegetais e minerais são empregados como inseticidas, tanto no manejo integrado de pragas, como também na agricultura orgânica. Constituem-se em um método de controle que minimiza vários problemas inerentes ao uso de produtos químicos sintéticos, por serem mais econômicos e fáceis de manusear. Estratégias ecológicas usando esses óleos são indicadas no controle de diversos insetos-praga em várias culturas de importância econômica. Dessa forma, objetivou-se avaliar a mortalidade da cochonilha *Maconellicoccus hirsutus* Green e da *Phenacoccus solenopsis* Tinsley pela ação tóxica do óleo de nim e óleos minerais. Iniciou-se a pesquisa a partir de coletas de *M. hirsutus* em frutos de ata (*Annona squamosa* L.) e de *P. solenopsis* em beldroega (*Portulaca oleracea* L.). No Laboratório de Entomologia, as cochonilhas foram alimentadas com quiabos (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) e mantidas em temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12h:12h (L:E). O experimento de concentração-mortalidade foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por 6 tratamentos: óleo de Nim, óleo mineral Assist EC, óleo mineral Argenfrut RV (na concentração de 3%) e, os tratamentos associados óleo de Nim + óleo mineral Assist e óleo de Nim + óleo mineral Argenfrut (na concentração 1,5% de cada óleo), juntamente com o tratamento controle. Em bandejas plásticas (n=20) foram colocadas as arenas que continham 20 ninfas de segundo ínstar de *M. hirsutus* e de *P. solenopsis*, provenientes da criação estoque, sendo cada tratamento composto por 400 ninfas, um total de 4.800 indivíduos no experimento. Em cada arena foi colocada uma folha de vinagreira, mantida turgida por uma esponja umedecida com água destilada e um algodão umedecido envolvendo o pecíolo. O experimento foi avaliado 6, 12 e 24 horas após a aplicação dos óleos. As cochonilhas foram consideradas mortas quando não apresentaram movimento ao serem tocadas com um pincel de cerdas finas. As observações foram realizadas com auxílio de um estereomicroscópio, anotando-se o número de indivíduos mortos. A distribuição binomial analisada pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) mostrou diferenças entre os grupos testados nos diferentes tempos de avaliação. O óleo mineral Assist, o óleo vegetal de Nim, e a mistura de ambos apresentaram as maiores respostas quanto a mortalidade das cochonilhas *M. Hirsutus* e *P. solenopsis*.

Palavras-chave: ação inseticida; coccoídeos, controle de pragas.

ABSTRACT

Vegetable and mineral oils are used as insecticides, both in integrated pest management and also in organic agriculture. They are a control method that minimizes several problems inherent to the use of synthetic chemicals, because they are more economical and easier to handle. Ecological strategies using these oils are indicated in the control of various insect pests in various crops of economic importance. Thus, the objective of this study was to evaluate the mortality of mealybugs *Maconellicoccus hirsutus* Green and *Phenacoccus solenopsis* Tinsley by the toxic action of neem oil and mineral oils. The research was started from collections of *M. hirsutus* in fruits of Srikaya (*Annona squamosa* L.) and *P. solenopsis* in purslane (*Portulaca oleracea* L.). In the Entomology Laboratory, the mealybugs were fed with okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) and kept in temperature of $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ relative humidity and photoperiod of 12h:12h. The concentration-mortality experiment was carried out in a completely randomized experimental design, composed of 6 treatments: Neem oil, mineral oil Assist EC, mineral oil Argenfrut RV (at 3%) and, the associated treatments Neem oil + Mineral oil Assist and Neem oil + Mineral oil Argenfrut (at concentration 1.5% of each oil), together with the control treatment. In plastic trays (n=20) arenas containing 20 second instar nymphs of *M. hirsutus* and *P. solenopsis*, from stock creation, each treatment consisting of 400 nymphs, a total of 4,800 individuals in the experiment. In each arena was placed a leaf of roselle, kept turgid by a sponge moistened with distilled water and a moistened cotton enveloping the petiole. The experiment was evaluated 6, 12 and 24 hours after oil application. The mealybugs were considered dead when they showed no movement when touched with a thin bristle brush. The observations were performed with the aid of a stereomicroscope, noting the number of individuals killed. The binomial distribution analyzed by the Tukey test ($p < 0.05$) showed differences between the groups tested at different evaluation times. The mineral oil Assist, the vegetable oil Neem, and the mixture of both presented the highest responses regarding the mortality of mealybugs *M. Hirsutus* and *P. Solenopsis*.

Keywords: insecticide action, coccoids, pest control.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Quiabos infestados com ninfas e adultos de *Phenacoccus solenopsis*..... 17
- Figura 2 - A – Processo de lavagem dos quiabos com solução de detergente neutro e água destilada. B – Secagem dos quiabos em ambiente arejado antes de serem infestados com as cochonilhas..... 18
- Figura 3 - Quiabos descartados em estado de putrefação infestados por fungos e ácaros..... 18
- Figura 4 - A – Arenas montadas para as pulverizações com folhas de vinagreira. B – Ninfas de segundo ínstar de *Phenacoccus solenopsis*..... 19

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Toxicidade de óleo de Nim de forma isolada e associado a óleos minerais em diferentes períodos de avaliação (hrs) sobre ninfas de segundo ínstar de *Maconellicoccus hirsutus* em laboratório ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$, 12h:12h L:E e $70\pm 10\%$ UR)..... 20
- Tabela 2 - Toxicidade de óleo de Nim de forma isolada e associado a óleos minerais em diferentes períodos de avaliação (hrs) sobre ninfas de segundo ínstar de *Phenacoccus solenopsis* em laboratório ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$, 12h:12h L:E e $70\pm 10\%$ UR)..... 22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	Cochonilhas farinhentas (Hemiptera: Pseudococcidae)	12
2.1.1	Cochonilha princesa (<i>Phenacoccus solenopsis</i> Tinsley, 1898)	13
2.1.2	Cochonilha rosada (<i>Maconellicoccus hirsutus</i> Green, 1908)	14
2.2	Controle Químico Convencional.....	14
2.3	Inseticidas botânicos e adjuvantes	15
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1	Criação estoque de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> e <i>Phenacoccus solenopsis</i>	17
3.2	Instalação do Experimento	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5	CONCLUSÕES	23
	REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

As pragas agrícolas representam um dos fatores limitantes para a agricultura do país devido à grande incidência e resistência provocada pelo uso intensivo do controle químico (SILVA et al., 2017). Dentre as pragas agrícolas, têm-se as cochonilhas, que possuem importância econômica para a produção de hortaliças e, devido ao seu hábito alimentar, são capazes de prejudicar a planta de forma direta pela sucção da seiva, que causam enfraquecimento da planta, redução na qualidade dos frutos e da produção. E indiretamente com a inoculação de substâncias tóxicas, transmissão de microrganismos patogênicos, e favorecimento da ocorrência do fungo fumagina (*Capnodium* sp.), que por sua vez, diminui a capacidade fotossintética da planta (ALMEIDA, 2016; SANTOS; PERONTI, 2017).

A utilização de agrotóxicos sintéticos no manejo de insetos-pragas causa uma série de problemas como danos a saúde do homem e meio ambiente, toxicidade para inimigos naturais e polinizadores e o desenvolvimento de resistência à inseticidas (KHAN et al., 2019). Nesse cenário, o aumento da produção de alimentos e o desenvolvimento tecnológico na agricultura, juntamente com a intensificação agrícola envolveu maior dependência de produtos fitossanitários. Além disso, desenvolver um agrotóxico exige um processo longo e burocrático (BEGG et al., 2017; REDDY; CHOWDARY, 2021).

No entanto, a natureza resistente do revestimento ceroso das cochonilhas, a toxicidade contra inimigos naturais e a necessidade de aplicações frequentes de pesticidas, tornam os tratamentos inseticidas eficazes apenas por curtos períodos (SUROSHE et al., 2021). Os inseticidas de origem botânica têm se destacado como uma alternativa ao sintético na agricultura, uma vez que seus constituintes bioativos são biodegradáveis em produtos não tóxicos e potencialmente adequados para uso em programas de manejo integrado (MOSSA, 2016).

O uso dos óleos vegetais pode controlar a população de insetos-praga devido à grande quantidade de princípios ativos e aos diferentes modos de ação, que podem atuar como um veneno oral, inibidor de alimentação, repelente, regulador de crescimento ou inibidor da reprodução (EL-AZIZ et al., 2021). Os efeitos dos óleos vegetais têm sido estudados em várias vertentes sobre os insetos pragas, desde a ação destes produtos sobre a mortalidade, interferência no crescimento e desenvolvimento, inibição da alimentação, repelência e efeitos sobre a oviposição (KHAN et al., 2019).

Desse modo, o controle de pragas por meio da utilização de óleos vegetais e minerais tem-se expandido no contexto do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Devido às exigências

dos consumidores por alimentos produzidos de forma mais sustentável, em razão de estarem contribuindo para a conservação da biodiversidade local e a viabilidade da melhor qualidade de vida, esses métodos tem sido mais estudados, uma vez que proporcionam redução do impacto de medidas unilaterais como os inseticidas químicos sintéticos (SPLETOZER et al., 2021). Portanto, esta pesquisa objetivou-se avaliar a ação inseticida do óleo de nim de forma isolada e associada a óleos minerais no controle da *Maconellicoccus hirsutus* e *Phenacoccus solenopsis*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cochonilhas farinhentas (Hemiptera: Pseudococcidae)

A família Pseudococcidae, conhecidas como cochonilhas farinhentas constituem uma das mais importantes da ordem Hemiptera, caracterizados por apresentar aparelho bucal picador-sugador, cobertura cerosa pulverulenta no dorso e nos filamentos cerosos ao redor do corpo. Além disso, apresentam um grande número de plantas hospedeiras distribuídas nas famílias: Malvaceae, Asteraceae, Fabaceae, Apocynaceae, Solanaceae, Rosaceae, Amaranthaceae, Lamiaceae, dentre outras (PALMA; BLANCO, 2018; SAHU; JOSHI; GANGULI, 2017; SILVA et al., 2016).

Os ciclos de vida dos pseudococcídeos diferem um pouco entre os sexos, as fêmeas adultas da maioria das espécies põem cerca de 100–200 ovos por um período de 10 a 20 dias, mas há espécies que ovipositam uma quantidade superior. Devido ao revestimento ceroso característico do corpo das cochonilhas dessa família, um grande número de inseticidas não tem sucesso no controle desses insetos-praga, pois a mesma dificulta a penetração de inseticidas e contribui para o desenvolvimento da resistência dos mesmos. Além disso, os agrotóxicos existentes no mercado podem não ser suficientes para controlar as cochonilhas quando são usados apenas uma vez (SUBRAMANIAN et al., 2021).

Algumas espécies de pseudococcídeos são consideradas pragas de importância econômica para algumas hortaliças por serem responsáveis pela redução significativa da produção agrícola. Devido ao seu tamanho e sua rápida fixação em uma superfície, as cochonilhas são transportadas de uma região para outra por meio de frutas, folhas e galhos e se desenvolvem em outros hospedeiros (BELTRA et al., 2015).

Vale ressaltar a importância das plantas que estão nas áreas adjacentes aos cultivos agrícolas que podem atuar como hospedeiros para cochonilhas, pois servem de refúgio e permitem uma rápida infestação e crescimento populacional dos coccoídeos, como no caso das frutíferas, plantas ornamentais e plantas daninhas (LOPES et al., 2019).

O monitoramento de possíveis hospedeiros das cochonilhas é uma das táticas de manejo, pois, quando há comprovação da adaptabilidade à novas plantas, a introdução desses insetos em áreas não infestadas é facilitada pelo tráfego de pessoas, máquinas e frutos (BENVENGA et al., 2011).

No Brasil, estes insetos pragas estão difundidos por vários estados, e no Nordeste, na região do Vale do São Francisco, há registro de espécies em cultivos de plantas de extrema

importância econômica para a região como a goiaba (*Psidium guajava* L.), uva (*Vitis* sp.), pera (*Pyrus* sp.), maçã (*Malus domestica* Borkh) e caqui (*Diospyros kaki* L.), tornando-se um risco para a exportação brasileira (ROSA DE SÁ; OLIVEIRA, 2021).

2.1.1 Cochonilha princesa (*Phenacoccus solenopsis* Tinsley, 1898)

A cochonilha do algodoeiro, conhecida vulgarmente na região como cochonilha princesa, *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae) é uma praga polífaga e de rápida propagação que ataca culturas agrícolas, plantas ornamentais e frutíferas, se alimenta de mais de 200 espécies de plantas e, está distribuída em aproximadamente 60 famílias. A espécie já foi relatada em plantas das famílias Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae, Cucurbitaceae, entre outras (IBRAHIM et al., 2015; KUMAR et al., 2014).

Inicialmente foi registrada como praga do algodão nos Estados Unidos, mas no Brasil foi identificada pela primeira vez no estado do Espírito Santo em amostras de tomateiro (*Solanum lycopersicum*) (CULIK; GULLAN, 2005). No Maranhão, a espécie foi registrada em cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum), sendo o primeiro registro da relação do inseto-praga com essa frutífera e, em quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.), vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), pimenta (*Capsicum* spp.) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (RAMOS, 2016; RAMOS; GONZÁLEZ; LEMOS, 2020).

No início da infestação, concentram-se nos locais em que o metabolismo é acelerado (ápice das plantas, base de botões e de flores) e com o decorrer do tempo, infestam todas as partes das plantas de maneira generalizada, principalmente quando não há disponibilidade de outros hospedeiros alternativos (SILVA, 2012). As plantas infestadas permanecem atrofiadas, as folhas ficam amarelas, depois secam e eventualmente caem. Essa espécie de cochonilha excreta o *honeydew*, substância açucarada, que induz o desenvolvimento de fungos (*Capnodium* sp.), o qual prejudica o processo fotossintético (AHMAD et al., 2016; KOUSAR et al., 2016).

A fêmea adulta possui três pares de manchas escuras no abdômen e um par no tórax com duas listras longitudinais e são recobertas por uma substância pulverulenta de cor branca, secreção de cera, oviposita cerca de 500 ovos, de coloração amarelo claro e de forma oval e mantém os ovos em incubação por um período de 6 a 7 dias. As ninfas macho passam por quatro ecdises e o adulto é alado, enquanto as fêmeas passam três vezes por ecdise e são sésseis e ápteras (GUEDES, 2017; SUBRAMANIAN et al., 2021).

2.1.2 Cochonilha rosada (*Maconellicoccus hirsutus* Green, 1908)

Maconellicoccus hirsutus, popularmente conhecida como cochonilha rosada, é uma praga exótica e polífaga, a qual ataca espécies de diversas famílias botânicas, como Anacardiaceae, Annonaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Fabaceae, entre outras (CHONG; ARISTIZÁBAL; ARTHUS, 2015; OLIVEIRA et al., 2018). No Brasil, *M. Hirsutus* foi registrada pela primeira vez no ano de 2010, em plantas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae) no Estado de Roraima (MARSARO JUNIOR et al., 2013). No Maranhão, foi relatada em frutos de ata (*Annona squamosa* L), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum), acerola (*Malpighia emarginata* DC.) e umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) (RAMOS et al., 2018).

A cochonilha rosada se reproduz principalmente por partenogênese, no entanto, há relatos sobre a reprodução sexual desse inseto. Os ovos recém-depositados em uma bolsa de proteção chamada de ovissaco, são transparentes, laranja-claros, rosas ou amarelados, dependendo do seu estágio de maturação e, possuem período de incubação que pode variar entre 5 e 7 dias. O tempo de desenvolvimento, do ovo ao adulto em fêmeas e machos, é de 30,3 e 28,7 dias, respectivamente. O período de pré-oviposição varia de 6 a 7 dias e o período de oviposição entre 7 a 9 dias (SUBRAMANIAN et al., 2021).

Ao succionar a seiva, a *M. hirsutus* libera uma toxina do tipo regulador de crescimento durante a alimentação, o que resulta em atrofiamento, declínio e deformação severos na planta (CHONG; ARISTIZÁBAL; ARTHUS, 2015). Além dos danos diretos pela sucção, causam danos indiretos ao excretar *Honeydew*, e leva ao desenvolvimento da fumagina (*Capnodium* sp.) e conseqüentemente à redução da capacidade fotossintética e, em última análise, prejudica a qualidade e a quantidade de rendimento das culturas (GOPAL et al., 2021).

2.2 Controle Químico Convencional

O uso de agrotóxicos sintéticos, principalmente os não seletivos, ainda é a principal forma de controle de insetos-praga, possibilitando a proteção das plantas e/ou erradicação de pragas em áreas onde já estejam estabelecidas, e permitem a manutenção do estande de plantas e o pleno desenvolvimento da cultura (LEITE; LOPES, 2018).

No controle de cochonilhas, os inseticidas ainda desempenham um papel importante. Um número relativamente grande de inseticidas é atualmente usado contra esses insetos, dentre esses, têm-se os organofosforados, neonicotinóides, carbamatos, cetoenóis e

reguladores de crescimento de insetos (SUBRAMANIAN et al., 2021).

Entretanto, o uso excessivo e irresponsável pode ocasionar diversos problemas ecológicos, tanto diretos quanto indiretos, como o acúmulo de resíduos nas plantas e alimentos, mortalidade dos inimigos naturais e polinizadores, intoxicação de aplicadores e aparecimento de população de pragas resistentes aos inseticidas (SPLETOZER et al., 2021). Dentre essas pragas, os insetos sugadores proporcionam muitos desafios na adoção de estratégias de manejo (FONSECA, 2020).

Portanto, o controle de cochonilhas com produtos químicos sintéticos não é favorável devido ao seu impacto prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente, bem como também ameaça organismos benéficos, como os inimigos naturais e polinizadores (AHMAD et al., 2016).

Em contrapartida, trabalho realizado por Saddiq et al. (2017) avaliaram a utilização de moléculas sintéticas associadas à óleos minerais para o controle de *Phenacoccus solenopsis* em condições de campo, os mesmos relataram que a combinação com adjuvantes aumentaram significativamente a toxicidade de todos os inseticidas testados. El-Zahi et al. (2016) analisaram diferentes concentrações de inseticidas e óleos minerais associadas para o controle dessa praga e observaram que óleos minerais no caso de baixa infestação de cochonilhas podem ser recomendadas para o manejo de *P. solenopsis*. Pesquisa de Juárez-Maya et al. (2021) determinou a toxicidade de inseticidas em condições de laboratório para a praga *M. hirsutus* e seu predador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant e, concluíram que para a praga foram eficientes os inseticidas: imidacloprido, bifentrina, sulfoxaflor, dentre outros.

2.3 Inseticidas botânicos e adjuvantes

Os óleos vegetais podem ser essenciais ou fixos, os essenciais são altamente voláteis, podem ser retirados de diversas partes da planta por enfloração, prensagem, fluido supercrítico e solventes orgânicos. Os fixos, conhecidos por óleos brutos, são densos por possuírem substâncias lipídicas, e são geralmente extraídos por meio da prensagem a frio das sementes (TEODORO et al., 2017).

Produtos naturais, como óleos essenciais, extratos vegetais e óleos fixos (ácidos graxos), são fontes promissoras de inseticidas naturais devido à complexidade e diversidade de sua composição química (BRITO et al., 2021). Dentre os inseticidas naturais, tem-se a espécie *Azadirachta indica* A Juss (Meliaceae), popularmente conhecida como nim ou nem, qual é encontrada em abundância em regiões tropicais e semitropicais, trata-se de uma árvore

de crescimento rápido que pode atingir uma altura de 15 a 20 m com pequenas folhas verdes brilhantes (RAHMANI et al., 2018).

O nim possui a azadiractina como principal ingrediente ativo, responsável pela atividade inseticida desta planta e atua nos processos fisiológicos dos insetos, nos hormônios reguladores da metamorfose, comprometendo a alimentação, o desenvolvimento normal de insetos na fase larval, com efeitos negativos no processo de muda que, em última análise, resulta em mortalidade indivíduos (CHAUDHARY et al., 2017; COSTA; SILVA; ARAÚJO, 2018; FORMENTINI et al., 2016).

Estudos que envolvem o uso de nim devido aos seus metabólitos não são recentes (AHMED, S.; GRAINGE, M, 1986; REDDY, A. V.; SINGH, R. P, 1998), sabe-se que o óleo de nim possui capacidade de controlar as pragas. Khan (2021) relatou que a *A. indica* é eficaz no controle de *Musca domestica* em diferentes atividades do ciclo de vida. Ao avaliar diferentes inseticidas naturais, Aniwanou et al. (2021) observaram que o óleo de nim é uma opção econômica e viável para o controle da *Spodoptera frugiperda*. Pesquisa de Ruiz-Jimenez et al. (2021) concluíram que o bioinseticida possui toxicidade para *Raoiella indica* em diferentes concentrações e tempo de exposição.

Além do uso de óleos naturais para o controle de pragas, tem-se os óleos minerais ou adjuvantes, os quais protegem a solução aplicada de condições climáticas desfavoráveis, ou melhoram a interação entre a solução e o alvo (ANDRADE JÚNIOR; FERREIRA; SANTOS, 2010). Esses óleos impedem a respiração normal das pragas quando recobre seus corpos, dentre os óleos podemos destacar o Assist EC e Argenfrut RV, que são fungicida, inseticida e acaricida de contato do grupo químico dos hidrocarbonetos alifáticos, indicados para o controle de pragas e doenças de culturas, como do abacate (*Persea americana* Mill), banana (*Musa* sp.), cacau (*Theobroma cacao* L.), café (*Coffea* sp.), citros (*Citrus* sp.), figo (*Ficus carica* L.), maçã (*Malus domestica* Borkh), pera (*Pyrus* sp.), pêssego (*Prunus persica* L.), seringueira (Seringueira/Nome científico (*Hevea brasiliensis* L.), soja (*Glycine max* L.) e uva (*Vitis* sp.) (AGROFIT, 2021).

O controle eficaz de cochonilhas em plantas pode ser alcançado por aplicações de óleos minerais em intervalos regulares de 1-3 semanas. A integração de óleos com outros inseticidas de contato é sugerida para dissolver a cobertura de cera do inseto, que melhora a eficácia do inseticida para controlar essa praga (SUBRAMANIAN et al., 2021).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do Maranhão. Os indivíduos da espécie *M. hirsutus* foram coletados em frutos de ata (*Annona squamosa* L.) comercializados em feiras livres e supermercados da Ilha de São Luís, quanto aos espécimes de *P. solenopsis*, foram coletados em beldroega (*Portulaca oleracea* L.) na Universidade Estadual do Maranhão – FESM/UEMA. Foi avaliada a toxicidade do óleo de nim da marca comercial Dalneem e os óleos minerais Assist EC, Argenfrut RV. As condições climáticas para as criações das cochonilhas e para a condução do experimento foram padronizadas a uma temperatura média de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e sob um fotoperíodo de 12h:12h (L:E).

3.1 Criação estoque de *Maconellicoccus hirsutus* e *Phenacoccus solenopsis*.

No Laboratório de Entomologia, fêmeas adultas foram identificadas e transferidas para quiabos (Figura 1), conforme metodologia adaptada por Santos (2021). Os quiabos que serviram de alimentação para os coccoídeos, foram previamente desinfetados e limpos com solução de detergente neutro e água destilada (Figura 2A).

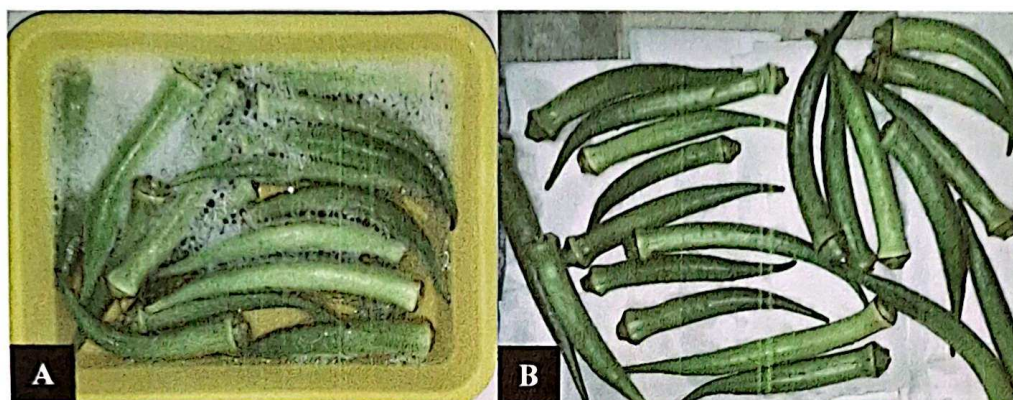
Figura 1. Quiabos infestados com ninfas e adultos de *Phenacoccus solenopsis*.



Fonte: DIAS (2021)

Após a secagem (Figura 2B), os frutos de quiabo foram colocados em estantes que servem de suporte para tubos de ensaio, e acondicionados em bandejas plásticas em gaiolas vedadas com tecido voil na sala de criação do Laboratório de Entomologia.

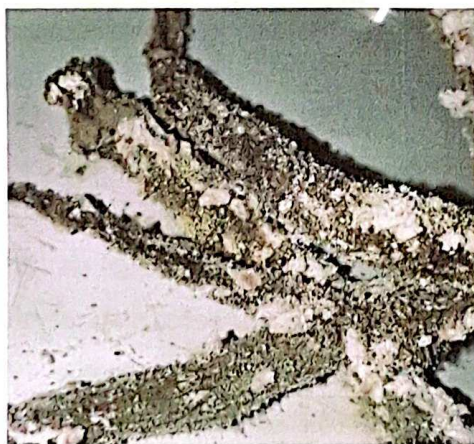
Figura 2. A – Processo de lavagem dos quiabos com solução de detergente neutro e água destilada.
B – Secagem dos quiabos em ambiente arejado antes de serem infestados com as cochonilhas.



Fonte: DIAS (2021)

Os quiabos em estado de putrefação foram descartados e trocados semanalmente por quiabos verdes em início de maturação, sendo realizado a higienização das gaiolas e bandejas regularmente para evitar a proliferação de fungos e ácaros saprófagos no ambiente de criação (Figura 3).

Figura 3. Quiabos descartados em estado de putrefação infestados por fungos e ácaros.



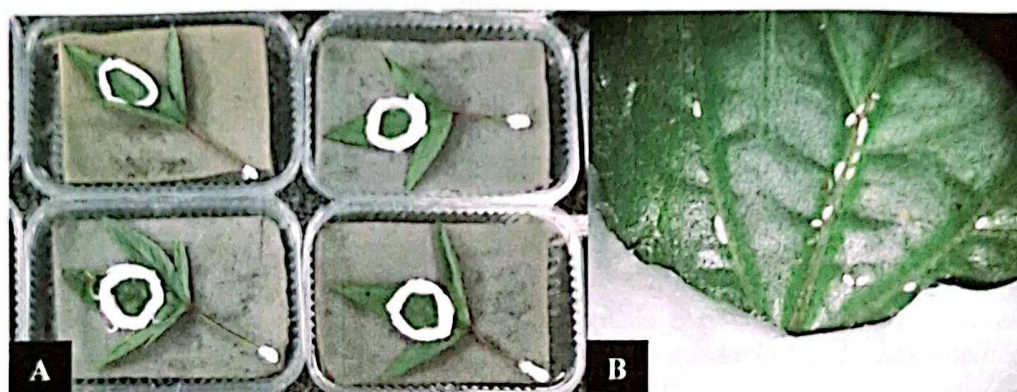
Fonte: DIAS (2021)

3.2 Instalação do Experimento

O experimento de foi realizado utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por 6 tratamentos: T1 – Óleo de Nim (3%), T2 – Óleo mineral Assist EC (3%), T3 – óleo mineral Argenfruit RV (3%), T4 – Óleo de Nim (1,5%) + Óleo minera Assist EC (1,5%), T5 – Óleo de Nim (1,5%) + Óleo Mineral Argenfruit (1,5%) e T6 – Controle (Água destilada).

Para instalação do experimento, foi utilizada folhas de vinagreira branca, a qual foi acondicionada em bandejas plásticas (23 cm x 10 cm x 5,5 cm), contendo uma esponja umedecida com água destilada e algodão umedecido envolvendo o pecíolo (Figura 4A). Para cada folha foi colocadas 20 ninfas de segundo instar de *M. hirsutus* e *P. Solenopsis* (Figura 4B), provenientes da criação estoque, sendo cada tratamento composto por 400 ninfas, com um total de 4.800 indivíduos no experimento (2.400 de cada espécie). Foi colocado também um círculo de algodão para evitar a fuga e delimitar a área de aplicação.

Figura 4. A – Arenas montadas para as pulverizações com folhas de vinagreira.
B – Ninfas de segundo instar de *Phenacoccus solenopsis*.



Fonte: DIAS (2021)

Para aplicação dos tratamentos foi utilizado uma torre de Potter com pressão 5psi pol⁻² e volume de calda de 1,7 mL, o que corresponde a um depósito de $1,8 \pm 0,1$ mg cm⁻², seguindo recomendação da International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants (IOBC)/West Palearctic Regional Section (WPRS). Foi utilizado 1% de detergente neutro como adjuvante para cada concentração dos óleos.

O experimento foi avaliado com 6, 12 e 24 horas após a aplicação dos tratamentos. As cochonilhas foram consideradas mortas quando não apresentaram movimento ao serem tocadas por um pincel de cerdas finas. As observações foram realizadas com auxílio de um estereomicroscópio, para contabilizar o número de indivíduos mortos. Para avaliar o efeito dos diferentes tratamentos (n=6) sobre a mortalidade de ninfas das duas espécies foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com 20 repetições.

Os dados foram analisados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), em uma distribuição binomial. Adicionalmente, foi verificado por uma distribuição de Poisson, para observar qual modelo estatístico poderia gerar dados mais significativos quanto a diferença entre os grupos de tratamentos em função do período de avaliação para as duas espécies. As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico R (R 4.1.1, R CORE TEAM, 2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que decorridas 6 horas após a aplicação, o óleo mineral Assist proporcionou maior mortalidade (0.27) das ninfas de *M. Hirsutus* (Tabela 1). Esta melhor resposta do óleo mineral Assist pode ser explicada pelos mecanismos de ação desses óleos saturados derivados do petróleo que atuam causando alterações no sistema nervoso, toxicidade celular e dessecação geral, sendo constantemente utilizados para o controle de insetos de corpo mole, como cochonilhas (BUTELER; STADLER, 2011; NAJAR-RODRÍGUEZ et al., 2008). Cunha, Alves e Marques (2017) relataram que os adjuvantes podem alterar as propriedades físico-químicas da solução de pulverização, como viscosidade e o ângulo de contato, potencializando o efeito de inseticidas sintéticos e botânicos. Em trabalho de Azevedo (2011) foi observado que o aumento da mortalidade do inseto em estudo foi devido à adição do adjuvante Assist. Indicando que a mortalidade de *P. solenopsis* no presente estudo pode ser explicada a partir da utilização do óleo Assist no tratamento.

Tabela 1. Toxicidade de óleo de Nim de forma isolada e associado a óleos minerais em diferentes períodos de avaliação (hrs) sobre ninfas de segundo instar de *Maconellicoccus hirsutus* em laboratório (25±2°C, 12h:12h L:E e 70±10% UR).

Tratamentos	Tempo de avaliação após pulverização		
	6 horas	12 horas	24 horas
Argenfrut	0.02 ± 0.02 c ¹ dA ²	0.04 ± 0.02 cA	0.04 ± 0.02 dA
Assist	0.27 ± 0.02 aB	0.28 ± 0.02 aB	0.40 ± 0.02 aA
Nim	0.20 ± 0.02 bB	0.23 ± 0.02 bC	0.28 ± 0.02 bA
Nim_Argenfrut	0.08 ± 0.02 cB	0.15 ± 0.02 bA	0.19 ± 0.02 cA
Nim_Assist	0.18 ± 0.02 bC	0.24 ± 0.02 aB	0.34 ± 0.02 abA
Testemunha	0.00 ± 0.02 dA	0.00 ± 0.02 cA	0.01 ± 0.02 dA

¹ Médias (± erro padrão da média) (n = 400) não diferem entre si, na coluna, quando seguidas pela mesma letra minúscula, pelo teste de Tukey (p<0,05).

² Médias (± erro padrão da média) (n = 400) não diferem entre si, na linha, quando seguidas pela mesma letra maiúscula, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Apesar da escassez de literatura quanto à avaliação da atividade inseticida do óleo Assist sobre pseudococcídeos, alguns trabalhos realizados para testar essa atividade, e diferentes espécies de insetos tem gerado boas respostas. Guerreiro et al. (2020) relataram que a adição do adjuvante Assist maximizou a ação dos inseticidas clorantraniliprole e flubendiamida no controle de lagartas consideradas médias e grandes. Ao observar a

eficiência do uso do adjuvante Assist no controle de *Euschistus heros*, Muraro et al. (2020) concluíram que os adjuvantes em combinação com inseticidas podem ser uma alternativa para melhorar a eficiência dos princípios ativos.

Observa-se que ao avaliar os tratamentos as 12 e 24 horas após as pulverizações (Tabela 1), os tratamentos Assist e Nim_Assist mantiveram melhor resposta ao controle de *M. hirsutus*, diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos. A maior eficiência no controle de outras espécies de insetos pela adição de óleos minerais também foi constatada por Arrué et al. (2014), os quais avaliaram o efeito de adjuvantes associados a inseticidas no controle de lagartas e concluíram que a associação do óleo mineral Assist com inseticidas aumenta a mortalidade de *Anticarsia gemmatalis*.

Quanto à análise de cada óleo isoladamente para o controle destes insetos, nos diferentes tempos de exposição aos produtos, observou-se que todos os tratamentos tiveram maior mortalidade 24 horas após a pulverização, o que pode estar relacionado ao tempo de exposição das cochonilhas aos produtos envolvidos, conforme Connell, Yu e Verma (2016) explicam que o efeito tóxico no organismo tem uma duração maior com tempos de exposição mais longos e, conseqüentemente, há um efeito tóxico letal em períodos maiores.

Existem diversas pesquisas que atestam uso e efeito de óleos vegetais e minerais no controle de artrópodes. Michelotto et al. (2018) observaram em seus estudos que a utilização de adjuvantes juntamente com inseticidas tem efeito eficiente no controle da larva-minadora *Phyllocnistis citrellastainton* (Lepidoptera: Gracillariidae) dos citros, mantendo níveis ideais de produção dos frutos. Rossini et al. (2020) afirmaram que a associação de surfactantes silicionados nas aplicações de inseticidas para o controle de *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) foi efetiva para melhorar a performance dos produtos (acetamiprido, clorpirifós) contribuindo para o controle populacional, eficiência de produtos e produtividade.

Observou-se que no período de 12 e 24 horas após as aplicações, o tratamento Assist apresentou melhor resultado em relação aos outros tratamentos (Tabela 2). A eficiência do uso do óleo mineral Assist em pseudococcídeos também foi constatada por Machado et al. (2020), que avaliaram o óleo Assist na concentração de 3% sobre a cochonilha *Planococcus citri* Risso e verificaram que o mesmo apresentou toxicidade à praga com uma mortalidade de 100% e que provavelmente estava relacionado com a associação do óleo aos corpos gordurosos e o sistema nervoso central da cochonilha devido à natureza do produto.

Tabela 2. Toxicidade de óleo de Nim de forma isolada e associado a óleos minerais em diferentes períodos de avaliação (hrs) sobre ninfas de segundo instar de *Phenacoccus solenopsis* em laboratório (25±2°C, 12h:12h L:E e 70±10% UR).

Tratamentos	Tempo de avaliação após pulverização		
	6 horas	12 horas	24 horas
Argenfrut	0.03 ± 0.01 a ¹ bB ²	0.04 ± 0.01 bBc	0.13 ± 0.01 dA
Assist	0.08 ± 0.01 aB	0.11 ± 0.01 aB	0.39 ± 0.01 aA
Nim	0.07 ± 0.01 aB	0.08 ± 0.01 abB	0.28 ± 0.01 bA
Nim_Argenfrut	0.05 ± 0.01 abB	0.06 ± 0.01 abBc	0.20 ± 0.01 cA
Nim_Assist	0.04 ± 0.01 abB	0.05 ± 0.01 abBc	0.22 ± 0.01 bcA
Testemunha	0.00 ± 0.01 bA	0.00 ± 0.01 cA	0.00 ± 0.01 eA

¹ Médias (± erro padrão da média) (n = 400) não diferem entre si, na coluna, quando seguidas pela mesma letra minúscula, pelo teste de Tukey (p<0,05).

² Médias (± erro padrão da média) (n = 400) não diferem entre si, na linha, quando seguidas pela mesma letra maiúscula, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Após 24 horas, observou-se que o tratamento Nim obteve segunda melhor resposta, tendo menor mortalidade comparada apenas ao tratamento Assist, podendo ser também indicado para o uso por produtores como uma alternativa para o controle de *P. solenopsis*. Outros estudos reafirmam a eficiência do óleo nim para o controle dessa espécie. Badshah et al. (2015) relataram mortalidade de 62% para fêmeas adultas de *P. solenopsis* após 24 horas de aplicação de óleo de nim na concentração de 3%. Em trabalho de Bharath e Muthukrishnan (2017) houve uma redução de 80% de ninfas de terceiro instar dessa praga ao utilizar uma concentração de 3%. Ansari e Haseeb (2019) concluíram que o óleo de nim na concentração de 3% foi eficaz para ninfas de segundo instar de *P. solenopsis*, com uma mortalidade de 93%.

Ao analisar cada óleo isoladamente para o controle destes insetos, nos diferentes tempos de exposição aos produtos, observou-se que os tratamentos obtiveram melhores respostas 24 horas após as pulverizações (Tabela 2), as maiores médias para o período de 24 horas de contato com o produto pode ser explicado devido ao efeito residual ao longo do tempo dos inseticidas, embora frequentemente destinado a causar a rápida mortalidade de uma espécie de praga-alvo em um curto tempo (GUEDES, WALSE, THRONE, 2017).

Foi observado após as aplicações que as cochonilhas dos tratamentos Nim_Assist e Nim passaram por uma rápida evolução da ecdise e os organismos que não estavam mortos apresentaram um estado letárgico, o que pode estar associado ao potencial inseticida da

azadiractina nas caldas, juntamente com o efeito adjuvante do óleo mineral, mesmo em pequenas concentrações. A adição de óleo mineral à inseticidas reduz a ligação entre as moléculas do agrotóxico e reflete em menores valores de tensão superficial, que causam a morte de insetos por inibir sua atividade respiratória ou por efeitos inseticidas ao longo do tempo de exposição (DELLA VECHIA et al., 2016; GARDNER-GEE et al., 2013).

A azadiractina é um ingrediente ativo que causa alterações em muitos artrópodes, a qual inibe o desenvolvimento e é responsável por alterar o tegumento, chegando a ter modificações a nível celular (QIN et al., 2019; SENA et al., 2021; SOUZA et al., 2017). Esses efeitos no desenvolvimento dos insetos estão ligados à redução na concentração de ecdisona ou retardo em sua liberação na hemolinfa, como a metamorfose requer uma sincronização perfeita de vários hormônios para ter sucesso, ela acaba causando insetos adultos deformados (LIRA et al., 2020; MORDUE; BLACKWELL, 1993).

No geral, o óleo mineral Assist, e a combinação Nim + Assist apresentaram bons resultados no controle das cochonilhas *M. hirsutus* e *P. solenopsis*. Entretanto, é necessário validar esses resultados em campo, testando-se outras dosagens e avaliando-se também reações fitotóxicas sobre as plantas hospedeiras, para que estes óleos sejam utilizados com segurança em programas de MIP, a fim de minimizar os impactos gerados com o uso excessivo de produtos químicos sintéticos.

5 CONCLUSÕES

- O óleo mineral Assist EC proporcionou alta atividade inseticida às ninfas de segundo instar de *M. hirsutus* e *P. solenopsis* após 24 horas de aplicação em laboratório.
- O óleo mineral Argenfrut de forma isolada não obteve boa resposta no controle de *M. hirsutus* e *P. solenopsis*.
- Os tratamentos Assist EC e Nim causaram efeitos mais tóxicos às cochonilhas quanto ao tempo de exposição.

REFERÊNCIAS

AHMAD, M.; AKHTAR, S. Development of resistance to insecticides in the invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Pakistan. *Crop Protection*, v. 88, p. 96-102, 2016.

AHMED, S.; GRAINGE, M. Potential of the neem tree (*Azadirachta indica*) for pest control and rural development. *Economic Botany*, v. 40, n. 2, 201–209, 1986.

ALMEIDA, L. F. V. Estudo diagnóstico e taxonômico de cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea) associadas às plantas cítricas no estado de São Paulo, Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 73, 2016.

ANDRADE JÚNIOR, D.; FERREIRA, M. C.; SANTOS, N. C. Efeito da adição de óleos ao acaricida cyhexatin sobre o ácaro *Brevipalpus phoenicis* e na retenção de calda por folhas de citros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 32, n. 4, p. 1055-1063, 2010.

ANIWANOU, C. T. S.; SINZOGAN, A. A. C.; DEGUENON, J. M.; SIKIROU, R.; STEWART, D. A.; AHANCHEDE, A. Bio-Efficacy of Diatomaceous Earth, Household Soaps, and Neem Oil against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae in Benin. *Insects*, v. 12, n. 1, p. 1-18, 2021.

ANSARI, H.; HASEEB, M. Efficacy of combination insecticide and biopesticide against *Phenacoccus solenopsis* in laboratory condition on Okra. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, v. 7, n. 5, p. 1185-1189, 2019.

ARRUÉ, A.; GUEDES, J. V. C.; STORCK, L.; SWAROWSKY, A.; CAGLIARI, D.; BURTET, L. M.; ARNEMANN, J. A. Artificial precipitation after spray of cloranthraniliprole insecticide associated with adjuvante application in soybean plants. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2118-2123, 2014.

AZEVEDO, L. A. S. *Adjuvantes agrícolas para a proteção de plantas*. Seropédica: IMOS, 2011. 264p.

BADSHAH, H.; ULLAH, F.; FARID, A.; CALATAYUD, P. A.; CRICKMORE, N. Toxicity of Neem seed *Azadirachta indica* Juss (Meliaceae) different solvents extracts against cotton mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Pseudococcidae) under Laboratory conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, v. 3, n. 4, p. 45-49, 2015.

BEGG, G. S.; COOK, S. M.; DYE, R.; FERRANTE, M.; FRANCK, P.; LAVIGNE, C.; LOVEI, G. L.; MANSION-VAQUIE, A.; PELL, J. K.; PETIT, S.; QUESADA, N.; RICCI, B.; WRATTEN, S. D.; BIRCH, N. E. A functional overview of conservation biological control. *Crop protection*, v. 97, p. 145-158, 2017.

BELTRA, A.; ADDISON, P.; AVALOS, J. A.; CROCHARD, D.; GARCIA-MARÍ, F.; GILIOME, J. H.; MALAUSA, T.; NAVARRO-CAMPOS, C.; PALERO, F.; SOTO, A. Guiding classical biological control of an invasive mealybug using integrative taxonomy. *PLoS ONE*, San Francisco, v. 10, n. 6, p. 1-14, 2015.

BENVENGA, S. R.; GRAVENA, S.; SILVA, J. L.; ARAÚJO JÚNIOR, N.; AMORIM, L. C. S. Manejo prático da cochonilha ortézia em pomares de citros. *Citrus Research & Technology*, v. 32, n. 1, p. 39-52, 2011.

BHARATH, K. I.; MUTHUKRISHNAN, N. Evaluation of Botanicals against Cotton Mealy Bug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Pseudococcidae: Hemiptera). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 12, p. 1055-1061, 2017.

BRITO, W. A.; SIQUIEROLI, A. C. S.; DUARTE, V. A. J. G.; SOUSA, R. M. F. S.; FELISBINO, J. K. R. P.; SILVA, G. C. Botanical insecticide formulation with neem oil na D-limonene for Coffee borercontrol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, e02000, 2021.

BUTELER, M.; STADLER, T. A review on the mode of action and current use of petroleum distilled spray oils. STOYTICHEVA, M. (Ed.). **Pesticides in the Modern World-Pesticides Use and Management**, InTech., Croatia, p. 119-137, 2011.

CHAUDHARY, S.; KANWAR, R. K.; SEHGAL, A.; CAHILL, D. M.; BARROW, C. J.; SEHGAL, R.; KANWAR, J. R. Progress on *Azadirachta indica* based biopesticides in replacing synthetic toxic pesticides. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 610, 2017.

CHONG, J. H.; ARISTÍZABAL, L. F.; ARTHURS, S. P. Biology and management of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on ornamental plants. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2015.

CONNELL, D. W.; YU, Q. J.; VERMA, V. Influence of exposure time on toxicity—An overview. **Toxicology**, v. 355, p. 49-53, 2016.

COSTA, E. M.; SILVA, F. E. L.; ARAUJO, E. L. Effect of aqueous neem seed extract via irrigation on larvae of *Liriomyza sativae* in melon crop. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 353-356, 2018.

CULIK, M. P.; GULLAN, P. J. A new pest of tomato and other records of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from Espírito Santo, Brazil. **Zootaxa**, v. 964, p. 1-8, 2005.

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S.; MARQUES, R. S. Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 261-270, 2017.

DELLA VECHIA, J. F.; SANTOS, R. T. S.; ANDRADE, D. J.; FERREIRA, M. C. Physical characteristics of insecticide spraying liquids with mineral oil and droplets formed on citrus leaves. **Citrus Reseach & Technology**, v. 37, n. 1, p. 102-107, 2016.

EL-AZIZ, N. E. A.; MOHAMED, Z. A.; MOHSEN, A. M. A.; ELSHEAKH, A. A. Toxicity and biochemical effects of mustard and neem oils on second and fourth larval instars of cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd). **Zagazig Journal of Agricultural Research**, v. 48, n. 1, p. 55-64, 2021.

EL-ZAHI S. E.; AREF, S. A. E. A.; KORISH, S. K. H. The cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) as a new menace to cotton in Egypt and its chemical control. **Journal of Plant Protection Research**, v. 56, n. 2, p. 111-115, 2016.

FONSECA, L. F. Fatores ambientais e tempo de degradação foliar de neonicotinóides no controle químico de insetos sugadores em soja. 2020. 72 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)

– Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

FORMENTINI, M. A.; ALVES, L. F. A.; SCHAPOVALOFF, M. E. Insecticidal activity of neem oil against *Gyropsylla spegazziniana* (Hemiptera: Psyllidae) nymphs on Paraguay tea seedlings. *Brazilian Journal of Biology*, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 951-954, 2016.

GARDNER-GEE, R.; PUKETAPU, A.; MACDONALD, F.; CONNOLLY, P. Effect of selected oils and insecticides on beneficial insect species. *Plant & Food Research*, Auckland, v. 84, p. 1-24, 2013.

GOPAL, G. S.; VENKATESHALU, B.; NADAF, A. M.; GURU, P. N.; PATTEPUR, S. Management of the grape mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), using entomopathogenic fungi and botanical oils: a laboratory study. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, v. 31, n. 100, p. 1-8, 2021.

GUEDES, R. N. C.; WALSE, S. S.; THRONE, J. E. Sublethal exposure, insecticide resistance, and community stress. *Current Opinion in Insect Science*, v. 21, p. 47-53, 2017.

GUEDES, V. S. Aspectos biológicos de *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) em algodoeiros com e sem caulim. 2017. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

GUERREIRO, J. C.; ALVES, M. V. R.; GOMES, L. T.; PASCUTTI, T. M. Efeito comparativo de inseticidas em adição com adjuvantes no controle da lagarta-do-cartucho. *Almanaque de Ciências Agrárias*, v. 2, n. 01, p. 29-37, 2020.

IBRAHIM, S. S.; MOHARUM, F. A.; EL-GHANY, N. M. A. The cotton mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) as a new insect pest on tomato plants in Egypt. *Journal of Plant Protection Research*, v. 55, n. 1, p. 48-51, 2015.

JUÁREZ-MAYA, M. A.; ORTEGA-ARENAS, L. D.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, H.; LAGUNES-TEJEDA, A, SOLIS-AGUILAR, J. F.; GARCÍA-MÉNDEZ, V. H. Toxicidad y Selectividad de Insecticidas Sobre Cochinilla Rosada del Hibisco y sus Enemigos Naturales. *Southwestern Entomologist*, Texas, v. 46, n. 2, p. 479-496, 2021.

KHAN, H. A. A. Characterization of permethrin resistance in a *Musca domestica* strain: resistance development, cross-resistance potential and realized heritability. *Pest Management Science*, v. 75, p. 2969-2974, 2019.

KHAN, H. A. A. Side effects of insecticidal usage in rice farming system on the non-target house fly *Musca domestica* in Punjab, Pakistan. *Chemosphere*, Oxford, v. 241, 125056, 2019.

KHAN, H. A. A. Toxicity, repelente and oviposition deterrent effects os select oils Against the house fly *Musca domestica*. *Journal os Asia-Pacific Entomology*, v. 24, n. 1, p. 15-20, 2021.

KOUSAR, T.; SAHITO, H. A.; JATOI, F. A.; HUSSAIN Z. S.; MANGRIO, W. M. Resistant insecticides of cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) under laboratory conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, v. 4, n. 6, p. 355-359, 2016.

KUMAR, R.; NAGRARE, V. S.; NITHARWAL, M.; SWAMI, D.; PRASAD, Y. G. Within-plant distribution of an invasive mealybug, *Phenacoccus solenopsis*, and associated losses in cotton. *Phytoparasitica*, Berlin, v. 42, p. 311-316, 2014.

LEITE, I. C. H. L.; LOPES, U. P. Controle químico de patógenos radiculares. In: LOPES, U. P.; MICHEREFF JÚNIOR, S. (Eds.). *Desafios do Manejo de Doenças Radiculares Causadas por Fungos*, Recife: EDUFRPE. 2018. p. 179-193.

LIRA, J. A.; PEREIRA, R. R. C.; COSTA, L. O.; NOGUEIRA, R. C. C.; PEREIRA, C. E. Insecticidal activity of plant extracts on *Dysmicoccus brevipes* in pineapple. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 43, n. 1, p. 82-90, 2020.

LOPES, F. S. C.; OLIVEIRA, J. V.; OLIVEIRA, J. E. M.; OLIVEIRA, M. D.; SOUZA, A. M. Host plants for mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) in grapevine crops. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 49, e54421, 2019.

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

MARSARO JÚNIOR, A. L.; PERONTI, A. L. B. G.; PENTEADO-DIAS, A. M.; MORAIS, E. G. F.; PEREIRA, P. R. V. S. First report of *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) and the associated parasitoid *Anagyrus kamali* (Moursi, 1948) (Hymenoptera: Encyrtidae), in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, Rio Grande do Sul, Brasil, v. 73, n. 2, p. 413-418, 2013.

MICHELOTTO, M. D.; CARREGA, W. C.; GALLI, J. A.; FERRAZ, M.; SOUZA, T. M.; AZEVEDO, F. A. Efeito de doses de inseticida e adjuvante no controle de *Phyllocnistis citrellastainton* (Lepidoptera: Gracillariidae) em lima ácida tahiti. *Colloquium Agrariae*, v. 14, n. 3, p. 72-81, 2018.

MORDUE, A. J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: an update. *Journal Insect of Physiology*, v. 39, n. 11, p. 903-924, 1993.

MOSSA, A. H. Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management. *Journal of Environmental Science and Technology*, v. 9, n. 5, p. 354 - 378, 2016.

MURARO, D. S.; SWAROWSKY, A.; LUCHESE, E. F.; COCCO, P.; CARVALHO, I. R.; AGUIAR, A. C. M.; CAYE, M.; SZARESKEI, V. J.; MELO, A. A. Influence of adjuvants in the association with insecticide in the control of *Euschistus heros* in soybean crop. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, e4009119421, 2020.

NAJAR-RODRÍGUEZ, A. J.; LAVIDIS, N. A.; MENSAH, R. K.; WALTER, G. H. The toxicological effects of petroleum spray oils on insects – Evidence for an alternative mode of action and possible new control options. *Food and Chemical Toxicology*, v.46, p. 3003-3014, 2008.

OLIVEIRA, J. E. M.; LOPES, F. S. C.; OLIVEIRA, J. V.; OLIVEIRA, M. D.; FREITAS, M. T. S.; BALBINO, V. Q. *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: pseudococcidae): exotic pest introduced on vine in the São Francisco valley. *Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary*, v. 5, p. 30-38, 2018.

PALMA, J. M., BLANCO, M. M. Variantes ultraestructurales de la cochinilla harinosa *Pseudococcus elisae* Borchsenius (Hemiptera: Pseudococcidae) en Costa Rica. *Revista Chilena de Entomología*, v. 44, n. 2, p. 247-255, 2018.

QIN, D.; ZHANG, P.; ZHOU, Y.; LIU, B.; XIAO, C.; CHEN, W.; ZHANG, Z. Antifeeding effects of azadirachtin on the fifth instar *Spodoptera litura* larvae and the analysis of azadirachtin on target sensilla around mouthparts. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, v. 103, n. 4, e21646, 2019.

R CORE TEAM (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Versão 4.1.1. <https://www.R-project.org/>.

RAHMANI, A. H.; ALMATROUDI, A.; ALRUMAIHI, F.; KHAN, A. A. Pharmacological and therapeutic potential of neem (*Azadirachta indica*). *Pharmacognosy Reviews*, v. 12, n. 24, 2018.

RAMOS, A. S. J. C. **Diversidade de cochonilhas e parasitoides associados a fruteiras tropicais na ilha de São Luís, Maranhão, Brasil.** 2016. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2016.

RAMOS, A. S. J. C.; GONZÁLEZ, G.; LEMOS, R. N. S. A new species of *Diomus* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae: Diomini) from the eastern Amazon. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v. 64, n. 4, e20200014, 2020.

RAMOS, A. S. J. C.; PERONTI, A. L. B. G.; KONDO, T.; LEMOS R. N. S. First record of *Crypticeria zeteki* (Cockerell, 1914) (Monophlebidae) in Brazil and *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Pseudococcidae) in the state of Maranhão. *Brazilian Journal of Biology*, São Paulo, v. 78, n. 1, p 87-9087, 2018.

REDDY, A. V.; SINGH, R. P. Fumigant toxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed oil volatiles against pulse beetle, *Callosobruchus maculatus* Fab. (Col., Bruchidae). *Journal of Applied Entomology*, v. 122, n. 5, p. 607–611, 1998.

REDDY, D. S.; CHOWDARY, N. M. Botanical biopesticide combination concept – a viable option for pest management in organic farming. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, v. 31, n. 23, 2021.

ROSA DE SÁ, M. G.; OLIVEIRA, J. E. M. Mealybugs on fruit crops in the São Francisco Valley, Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, v. 17, n. 6, p. 822-828, 2021.

ROSSINI, L. A. C. J.; SANTOS, G.; RIBEIRO, J. D.; REIS, F. B. Associação de surfactantes a inseticidas para o controle de *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott, 1923) (Hemiptera:

Cicadellidae) na cultura do milho. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 4022-4029, 2020.

RUIZ-JIMENEZ, K. Z.; OSORIO-OSORIO, R.; HERNANDEZ-HERNANDEZ, L. U.; UCHOA-FLORES, A. A.; SILVA-VAZQUEZ, R.; MENDEZ-ZAMORA, G. Acaricidal activity of plant extracts Against the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Revista de La Sociedad Entomológica Argentina*, v. 80, n. 1, p. 33-39, 2021.

SADDIQ, B.; EJAZ, M.; SHAD, S. A.; ASLAM, M. Assessing the combined toxicity of conventional and newer insecticides on the cotton mealybug *Phenacoccus solenopsis*. *Ecotoxicology*, London, v. 26, p. 1240–1249, 2017.

SAHU, C.; JOSHI, S.; GANGULI, J. L. Seasonal incidence of the Mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on Ashwagandha in Raipur (Chhattisgarh). *International Journal of Plant Protection*, v. 10, n. 2, p. 270-274, 2017.

SANTOS, A. C. B. Resposta funcional e aspectos biológicos de *Ceraeochrysa everes* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae) à *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae). 2021. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2021.

SANTOS, R. S.; PERONTI, A. L. B. G. Ocorrência de *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) em quiabeiro no estado do Acre. *Entomobrasilis*, v. 10, n. 2, p. 135-138, 2017.

SENA, G.; BARROSO, R. C.; BRAZ, D.; NOGUEIRA, L. P.; COLAÇO, M. V.; KOUROUSIAS, G.; ALTISSIMO, M.; BEDOLLA, D. E.; TROMBA, G.; AZAMBUJA, P.; GONZALEZ, M. S.; PICKLER, A.; FIDALGO, G.; ENRÍQUEZ, J. J. S.; SILVA, S. F.; LEITÃO, G. B. N.; SPIEGEL, C. N.; PAIVA, K.; BARCELLOS, R.; CALLIGARO, C.; GIANONCELLI, A. Evaluation of the effects of Azadirachtin on internal structures of *Rhodnius prolixus* head using low-energy X-ray microfluorescence. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, London, v. 177, 106064, 2021.

SILVA, C. A. D. Occurrence of new species of mealybug on cotton fields in the states of Bahia and Paraíba, Brazil. *Bragantia*, Campinas, v. 71, n. 4, p. 467-470, 2012.

SILVA, V. C. P.; KAYDAN, M. B.; GERMAIN, J.; MALAUSA, T.; BOTTON, M. Three new species of mealybug (Hemiptera, Coccoomorpha, Pseudococcidae) on persimmon fruit trees (*Diospyros kaki*) in southern Brazil. *ZooKeys*, v. 584, n. 1, p. 61-82, 2016.

SILVA, V. C. P.; KAYDAN, M. B.; MALAUSA, T.; GERMAIN, J.; PALERO, F.; BOTTON, M. Integrative taxonomy methods reveal high mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) diversity in southern Brazilian fruit crops. *Scientific Reports (Nature)*, v. 7, n. 15741, p. 1-9, 2017.

SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS – AGROFIT, 2021. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 03/10/21.

SOUZA, J. R. L.; REMEDIO, R. N.; ARNOSTI, A.; ABREU, R. M. M.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. The effects of neem oil (*Azadirachta indica* A. JUSS) enriched with different concentrations of azadirachtin on the integument of semi-engorged *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato (Acari: Ixodidae) females. *Microscopy Research and Technique*, New York, v. 80, n. 8, p. 838-844, 2017.

SPLETOZER, A. G.; SANTOS, C. R.; SANCHES, L. A.; GARLET, J. Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 974-997, 2021.

SUBRAMANIAN, S.; BOOPATHI, T.; NEBAPURE, S. M.; YELE, Y.; SHANKARGANESH, K. Mealybugs. *In*: OMKAR (Ed.). *Polyphagous Pests of Crops*. Singapore: Springer, 2021. p. 231–272.

SUROSHE, S. S.; GAUTAM, R. D.; CHANDER, S.; FAND, B. B. Evaluation of insecticides against cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley and their safety to important predator, *Indian Journal of Experimental Biology*, v. 58, p. 254-262, 2021.

TEODORO, A. V.; SILVA, M. J. S.; SENA-FILHO, J. G.; OLIVEIRA, E. E.; GALVÃO, A. S. SILVA, S. S. Bioactivity of cottonseed oil against the coconut mite *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and side effects on *Typhlodromus ornatus* (Acari: Phytoseeidae). *Systematic & Applied Acarology*, London, v. 22, n. 7, p.1037–1047, 2017.