

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

**CONTROLE DA MOSCA-BRANCA, *Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889)
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) COM EXTRATOS BOTÂNICOS EM *Brassica
oleracea* var. *acephala***

MARCELO VICTOR DE SOUZA OLIVEIRA

Manaus – AM

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

MARCELO VICTOR DE SOUZA OLIVEIRA

**CONTROLE DA MOSCA-BRANCA, *Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889)
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) COM EXTRATOS BOTÂNICOS EM *Brassica
oleracea* var. *acephala***

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Neliton Marques da Silva

Manaus – AM

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

O48c Oliveira, Marcelo Victor de Souza
Controle da mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889)
(Hemiptera: Aleyrodidae) com extratos botânicos em Brassica
oleracea var. acephala / Marcelo Victor de Souza Oliveira . 2023
120 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Neliton Marques da Silva
Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal
do Amazonas.

1. Inseticidas botânicos. 2. Praga das hortaliças. 3. Controle
alternativo. 4. Nanoemulsão. I. Silva, Neliton Marques da. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

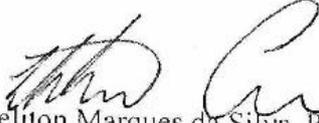
MARCELO VICTOR DE SOUZA OLIVEIRA

CONTROLE DA MOSCA-BRANCA, *Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889)
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) COM EXTRATOS BOTÂNICOS
EM *Brassica oleraceae* VAR. ACEPHALA

Tese de Doutorado a ser apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Agronomia Tropical como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Doutor em Agronomia Tropical, área
de concentração em Produção Vegetal

Aprovada em 27 de fevereiro de 2023.

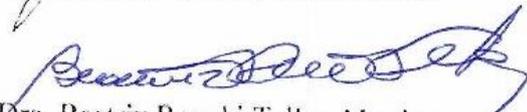
BANCA EXAMINADORA


Dr. Neliton Marques da Silva, Presidente
Universidade Federal do Amazonas


Dr. Agno Renato Serrão Acioli, Membro
Universidade Federal do Amazonas


Dra. Marcia Reis Peña, Membro
Universidade Federal do Amazonas


Dr. Geraldo José Nascimento de Vasconcelos, Membro
Universidade Federal do Amazonas


Dra. Beatriz Ronchi Telles, Membro
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora onde pude sempre encontrar forças através da fé, principalmente em momentos que meu corpo e meu espírito sucumbiam diante de várias adversidades que aconteceram ao longo desta caminhada. Assim ao cair, pude me reerguer todas as vezes, pensando em todos que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse seguir com este sonho. Se Deus é amor, e as pessoas que se importam conosco nos dão amor, e nós o retribuímos, Deus aí está.

Ao meu orientador, Prof^o Dr. Neliton Marques da Silva, pela confiança e compreensão, pois há muito mais envolvido no processo de construção de um trabalho de doutorado do que meramente a parte acadêmica, há também a parte humana, ainda mais quando o mundo inteiro teve que lidar com as consequências de uma pandemia, que tanto assolou nossa sociedade. Naqueles tempos obscuros ele deu seu apoio e colocou sempre a vida e a saúde em primeiro lugar, sem deixar de cobrar por meus deveres sim, mas que isto fosse sempre executado com segurança, me acompanhando pessoalmente em diversos processos. Obrigado por tudo professor!

A empresa CANTO DA LUZ, na pessoa do senhor Raimundo Luz, pela parceria com o fornecimento do óleo de Andiroba.

A doutoranda Muriel Rizental pela parceria com o Laboratório de Entomologia e Biotecnologia da Embrapa Arroz e Feijão, de Santo Antônio de Goiás-GO, pelas análises de DNA na identificação da mosca-branca.

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pelo apoio e preparo durante os anos de graduação, mestrado e doutorado.

À CAPES/PROCAD, pela concessão da bolsa de pesquisa, principalmente em meio a pandemia e suas consequências, tornando possível o seguimento do trabalho.

As minhas queridas amigas PIBICS, Hana Leão e Carliza Luz, do Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola (LEA), que me acompanharam em muitas atividades relacionadas a este trabalho, sem vocês eu não teria sido capaz de ter realizado a metade das coisas que aqui estão presentes. Passamos por muitas coisas juntos, das idas a campo até os vários trabalhos feitos no LEA e na casa de vegetação; não esquecerei da nossa parceria, que como uma equipe foi uma das mais prazerosas que tive a oportunidade de conviver. Desejo todo o sucesso possível a vocês!

A minha grande amiga Carla Tamires, que muito me ajudou no início dessa caminhada até o momento da sua formatura como engenheira agrônoma, sou sempre honrado em ser seu amigo e sempre vou ser grato por todo o apoio, não só no trabalho acadêmico, mas no apoio motivacional em seguir em frente com as coisas. Obrigado mais uma vez.

Ao meu amigo Fábio Silva, que me acompanhou em muitas empreitadas em campo, passando comigo por alguns “perrengues” mas sempre mantendo o otimismo. Sou grato pelo seu jeito de se importar e querer ajudar apenas por saber que eu precisava de ajuda, sem nunca pedir algo em troca, sendo isto um gesto de grande admiração da minha parte. Desejo a você tudo de bom meu amigo!

Ao Prof. Dr^o Edgar Sanches, coordenador do Laboratório de Polímeros Nanoestruturados (NANOPOL) da UFAM, que desde o primeiro contato foi muito solícito em nossa parceria. A minha amiga Ana Luisa do NANOPOL, que me acompanhou durante todo o processo dessa parceria, sendo paciente em me ensinar e explicar os processos e sempre sendo bastante acessível. Meus sinceros agradecimentos.

A Dra. Maria da Paz, coordenadora do Laboratório de Química de Produtos Naturais (LQPN) do INPA, pela disponibilidade de acesso ao laboratório e aos equipamentos, bem como as devidas orientações e sugestões. Aos meus grandes amigos Henrique Cativo e Paulo Alan, bolsistas do LQPN pelos conhecimentos repassados e por toda a ajuda e parceria nos processos laboratoriais e durante a nossa caminhada em comum como alunos de doutorado.

Ao técnico do laboratório de botânica, Silo Soares, pela parceria, acompanhamento e identificação nas coletas do material botânico.

A minha querida irmã Carolina Oliveira, que sempre foi alicerce da família e que sempre me encorajou no caminho acadêmico. Sem o seu apoio eu não teria sido capaz de seguir adiante em muitas ocasiões. Mana, muito obrigado por tudo.

Aos meus amados pais, Mozart Neves de Oliveira e Silvia de Souza Oliveira, que me apoiaram incondicionalmente ao longo da minha caminhada acadêmica, como foi ao longo de toda a minha vida! Durante a Pós-Graduação não fui tão presente quanto gostaria, mas sempre fiz o que era possível por vocês independente da distância, vocês são minha razão de buscar fazer sempre o que é correto e justo, de querer correr atrás dos meus objetivos e sonhos, de querer sempre ser uma pessoa honrada aonde for e de querer ser uma pessoa melhor. E tudo que eu for capaz de conquistar será graças ao apoio de vocês, assim, cada conquista minha é uma conquista de vocês também! Eu amo muito vocês!!! Vocês moram no meu coração!!!

Um agradecimento muito especial a minha grande parceira de vida, Kédima Sarmiento Abadias, que me acompanhou ao longo de toda essa jornada, oferecendo seu carinho, amor e apoio em todos os momentos complicados e de pressão pelos quais passei durante estes anos. Me ajudou imensamente ao conversar comigo sobre o trabalho, dando sugestões e abrindo meus olhos a coisas que eu não enxergava. Muitos foram os momentos em que as trevas e as dificuldades recaíram sobre nós, mas nos mantivemos firmes cuidando um do outro. Enfrentamos juntos todo o período da pandemia e saímos esperançosos em um futuro melhor. Muitas outras dificuldades apareceram, havendo dias que eu não conseguia ver luz em meio a escuridão e você me resgatou todas as vezes. Você é minha luz!!! Eu não teria conseguido sem você. Eu te amo muito!!! E independente do que aconteça, sempre vou amar.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

DEDICATÓRIA

À minha amada família, aquela que Deus me deu ao nascer e aquela que Deus me permitiu formar ao longo da minha vida, vocês são meu refúgio e meu lar para onde posso sempre voltar, minha renovação de forças e motivação para não desistir, meu porto seguro e meu consolo em momentos difíceis; sinto-me honrado e orgulhoso de saber que tenho vocês como companheiros e feliz por ter com quem compartilhar minhas alegrias e conquistas.

RESUMO

A couve (*Brassica oleracea*) está entre as principais hortaliças cultivadas no Brasil e no mundo. Sua produção enfrenta o ataque de diversas pragas, entre elas a mosca-branca (*Bemisia tabaci*), com destaque para o biótipo B, capaz de utilizar mais de 500 plantas como hospedeiras, atacando culturas de importância econômica e causando prejuízos que podem alcançar até 100%. O uso de extratos de plantas com propriedades tóxicas apresenta-se como manejo alternativo para esta praga. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de bio defensivos na forma de extrato vegetal e de nanoemulsões, no controle da mosca-branca em condições de semi-campo. Os bioensaios foram conduzidos em laboratório e casa de vegetação onde foi instalada a criação estoque de *B. tabaci*. Mudas sadias de couve foram produzidas continuamente para a reposição da criação estoque e para os bioensaios. Os materiais botânicos coletados foram secos em estufa de ar forçado (40 C°) e triturados para o preparo de extratos aquosos (água) e orgânicos (hexano, diclorometano e metanol). Os óleos de andiroba foram adquiridos com produtores locais. Mudas de couve foram infestadas com ninfas *B. tabaci* sendo selecionadas duas folhas por planta, com pelo menos 50 ninfas para as aplicações dos extratos. Foram realizados testes de CL₅₀, modos de ação (tópica, translaminar e sistêmica) e o teste com nanoemulsões do extrato hexânico do biribá e do óleo de andiroba. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. Os percentuais de mortalidade foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05). O extrato aquoso do timbó *Deguelia amazonica* obteve uma CL₅₀ estimada de 2,12%. A CL₅₀ do extrato hexânico do timbó foi de 1,03%. O modo de ação com melhor desempenho para o timbó foi o por via tópica, contudo a via sistêmica também obteve resultados promissores. O extrato aquoso das sementes de *Annona mucosa* obteve uma CL₅₀ estimada 4,95%. A CL₅₀ do extrato hexânico do biribá foi de 1,3%. O modo de ação com melhor desempenho para o biribá foi o por via tópica, contudo, sua via sistêmica também obteve resultados promissores. A CL₅₀ do óleo de andiroba (*Carapa guianensis*) diluído em hexano foi de 1,77%. O modo de ação com melhor desempenho para o biribá foi o por via tópica. Entre as nanoemulsões a de *C. guianensis* 2% e de *A. mucosa* 1 e 2% alcançaram resultados muito positivos de mortalidade. As análises por APCI-MS encontraram ácidos graxos no extrato hexânico de *A. mucosa*, enquanto para o de *D. amazonica* foi identificado a presença de rotenona e deguelina. As três espécies testadas apresentam-se como alternativa de controle para a mosca-branca.

PALAVRAS-CHAVE: Inseticidas botânicos, praga das hortaliças, controle alternativo.

ABSTRACT

Cabbage (*Brassica oleracea*) is among the main vegetables grown in Brazil and worldwide. Its production faces the attack of several pests, including the whitefly (*Bemisia tabaci*), especially the B biotype, capable of using more than 500 plants as hosts, attacking crops of economic importance and causing damage that can reach up to 100 %. The use of plant extracts with toxic properties is presented as an alternative management for this pest. The objective of this work was to evaluate the effectiveness of biodefensives in the form of plant extracts and nanoemulsions in controlling whiteflies under semi-field conditions. The bioassays were carried out in the laboratory and in the greenhouse where the *B. tabaci* stock creation was installed. Healthy cabbage seedlings were produced continuously to replace the stock rearing and for bioassays. The botanical materials collected were dried in a forced air oven (40 C°) and crushed to prepare aqueous (water) and organic (hexane, dichloromethane and methanol) extracts. Andiroba oils were purchased from local producers. Cabbage seedlings were infested with *B. tabaci* nymphs, selecting two leaves per plant, with at least 50 nymphs for extract applications. LC₅₀ tests, modes of action (topical, translaminar and systemic) and the test with nanoemulsions of hexane extract of biribá and andiroba oil were carried out. The experimental design adopted was completely randomized. Mortality percentages were submitted to ANOVA and means compared by Tukey's test (p<0.05). The aqueous extract of timbó *Deguelia amazonica* obtained an estimated LC₅₀ of 2.12%. The LC₅₀ of the timbó hexane extract was 1.03%. The mode of action with the best performance for timbó was the topical route, however the systemic route also obtained promising results. The aqueous extract of *Annona mucosa* seeds obtained an estimated LC₅₀ of 4.95%. The LC₅₀ of the biriba hexane extract was 1.3%. The mode of action with the best performance for biribá was the topical route, however, its systemic route also obtained promising results. The LC₅₀ of andiroba oil (*Carapa guianensis*) diluted in hexane was 1.77%. The mode of action with the best performance for biribá was the topical route. Among the nanoemulsions, *C. guianensis* 2% and *A. mucosa* 1 and 2% achieved very positive mortality results. The analyzes by APCI-MS found fatty acids in the hexanic extract of *A. mucosa*, while for that of *D. amazonica* the presence of rotenone and deguelin was identified. The three tested species are presented as an alternative control for the whitefly.

KEYWORDS: Botanical insecticides, plague of vegetable, alternative pest control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. A) Plantas de couve, <i>B. oleracea</i> , em vasos para atrair os adultos da mosca-branca para oviposição; B) Confirmação de colonização.....	41
Figura 02. A) Separação das partes vegetativas (raízes de timbó); B) Secagem em estufa; C) trituração em moinho de facas; D) Pó vegetal (raízes de timbó).....	44
Figura 03. A) “Gaiola de infestação”; B) Infestação induzida de adultos da mosca-branca da planta de couve em vaso para as mudas nos tubetes; C) Ovos após 24 horas de oviposição; D) Ninfas após 14 dias após a infestação.....	45
Figura 04. A) Pesagem do pó vegetal; B) Homogeneização do pó com a água; C) Filtragem dos extratos.....	46
Figura 05. A) Maceração a frio; B) Filtragem do solvente orgânico; C) Rotaevaporação; D) Frasco com extrato orgânico em secador.....	47
Figura 06. Nanoemulsões: 1. Andiroba 1%; 2. Andiroba 2%; 3. Biribá 1%; 4. Biribá 2%; 5. Tween80 2%.....	50
Figura 07. Fotorevelação das amostras de mosca-branca, <i>Bemisia tabaci</i> enviadas ao Laboratório de Entomologia para identificação molecular, repetição 1 (A) e repetição 2 (B).....	57
Figura 08. GC–MS cromatogramas de íons totais de A) óleo de andiroba tradicional: 1-ácido palmítico, 2- ácido linoleico, 3- ácido oleico, 4- ácido esteárico; B) Óleo comercial de andiroba Canto da Luz: 1- Ácido palmítico, 2- Ácido linoleico, 3- Ácido oleico, 4- Ácido esteárico.....	59

Figura 09. Gráfico 01: Mortalidade em 7 dias das nanoemulsões de <i>C. guianensis</i> . TT2: Testemunha Tween80 (2%); NA1: Nanoemulsão de Andiroba (1%); NA2: Nanoemulsão de Andiroba (2%).....	88
Figura 10. Gráfico 02: Mortalidade de 7 dias de avaliação das nanocapsulas de <i>A. mucosa</i> . TT2: Testemunha Tween80 (2%); NB1: Nanoemulsão de Biribá (1%); NB2: Nanoemulsão de Biribá (2%).....	90
Figura 11. Gráfico03: Mortalidade em 7 dias das noemulsões de <i>C. guianensis</i> e <i>A. mucosa</i> . TT2: Testemunha Tween80 (2%); NA1: Nanoemulsão de Andiroba (1%); NA2: Nanoemulsão de Andiroba (2%); NB1: Nanoemulsão de Biribá (1%); NB2: Nanoemulsão de Biribá (2%).....	92
Figura 12. Espectro total APCI-MS/MS de varredura de íons de produtos do extrato hexânico de <i>Annona mucos</i> (biribá).....	94
Figura 13. Espectro total APCI-MS/MS de varredura de íons de produtos do extrato hexânico de <i>Deguelia amazonica</i> (timbó).....	96
Figura 14. Espectro APCI-MS/MS de varredura de íons de produtos da rotenona (m/z 395).....	97
Figura 15. Espectro MS/MS de varredura de íons de produtos da rotenona (m/z 395) realizado por Mazzoti et al. (2009).....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Timbó, Biribá e Óleo de Andiroba coletados na Região Metropolitana de Manaus/AM.....	43
Tabela 02. Amostras de mosca-branca enviadas ao Laboratório de Entomologia da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Goiás, para identificação molecular.....	57
Tabela 03. Dados de GC–MS para o óleo de andiroba tradicional (MOA1) e o óleo de andiroba comercial “Canto da Luz®” (MOA2).....	58
Tabela 04. Média (\pm EP) de mortalidade dos extratos aquosos de timbó a 5% em comparação com o inseticida comercial sobre <i>B. tabaci</i>	60
Tabela 05. Médias (\pm EP) de mortalidade de <i>B. tabaci</i> e CL ₅₀ com o uso de extrato aquoso da raiz de <i>Deguelia amazônica</i>	61
Tabela 06. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> em diferentes modos de ação utilizando o extrato aquoso de <i>D. amazonica</i> (timbó) em comparação com o inseticida comercial sistêmico.....	63
Tabela 07. Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> em diferentes modos de ação com extrato aquoso <i>D. amazonica</i> (timbó).....	65
Tabela 08. Rendimento dos extratos orgânicos de <i>D. amazonica</i>	66
Tabela 09. Médias (\pm EP) de mortalidade dos extratos orgânicos das raízes de <i>D. amazonica</i> em HEX, DCM e MeOH, na concentração de 2,12% diluídos em Acetona P.A. sobre <i>B. tabaci</i>	67
Tabela 10. Médias (\pm EP) de mortalidade de <i>B. tabaci</i> e CL ₅₀ com o uso de extrato hexânico da raiz de <i>D. amazonica</i> diluído em hexano.....	68

Tabela 11. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> em diferentes modos de ação com extrato hexânico de <i>D. amazonica</i> (timbó) (1,03%) diluído em hexano em comparação com o inseticida comercial sistêmico.....	69
Tabela 12. Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> em diferentes modos de ação com extrato hexânico de <i>D. amazonica</i> (timbó) (1,03%).....	70
Tabela 13. Média (\pm EP) de mortalidade dos extratos aquosos de <i>Annona mucosa</i> na concentração de 5% em comparação com inseticida comercial sobre <i>B. tabaci</i>	72
Tabela 14. Médias (\pm EP) de mortalidade dos extratos aquosos das sementes de <i>A. mucosa</i> , em diferentes consiões de assepsia na concentração de 5% sobre <i>B. tabaci</i>	73
Tabela 15. Médias (\pm EP) de mortalidade de <i>B. tabaci</i> e CL_{50} com o uso de extratos aquosos das sementes de <i>Annona mucosa</i>	74
Tabela 16. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> em diferentes modos de ação com extrato aquoso de <i>Annona mucosa</i> (Biribá) em comparação com o inseticida comercial sistêmico.....	76
Tabela 17. Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> em diferentes modos de ação com extrato aquoso <i>Annona mucosa</i> (Biribá).....	77
Tabela 18. Rendimento dos extratos orgânicos de <i>A. mucosa</i>	78
Tabela 19. Médias (\pm EP) de mortalidade dos extratos orgânicos das sementes de <i>A. mucosa</i> em HEX, DCM e MeOH, na concentração de 4,95% diluídos em Acetona P.A. sobre <i>B. tabaci</i>	79
Tabela 20. Médias (\pm EP) de mortalidade de <i>B. tabaci</i> e CL_{50} com o uso de extrato hexânico diluído em Hexano de raízes de <i>Annona mucosa</i>	80

Tabela 21. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> em diferentes modos de ação com extrato hexânico de <i>Annona mucosa</i> (biribá) (1,3%) diluído em Hexano em comparação com o inseticida comercial sistêmico.....	81
Tabela 22. Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> em diferentes modos de ação com extrato orgânico <i>Annona mucosa</i> (biribá) (1,3%).....	83
Tabela 23. Média (\pm EP) de mortalidade do óleo de andiroba a 1% em comparação com inseticida comercial sobre <i>B. tabaci</i>	84
Tabela 24. Médias (\pm EP) de mortalidade de <i>B. tabaci</i> e CL ₅₀ com o uso de óleo de andiroba (<i>Carapa guianensis</i>) diluídas em HEX.....	85
Tabela 25. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> em diferentes modos de ação com extrato hexânico de <i>C. guianensis</i> (Andiroba) (1,77%) diluído em hexano em comparação com o inseticida comercial sistêmico.....	86
Tabela 26. Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> em diferentes modos de ação com extrato orgânico <i>C. guianensis</i> (andiroba) (1,3%).....	87
Tabela 27. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> com o uso de diferentes concentrações de nanoemulsões do óleo <i>C. guianensis</i>	89
Tabela 28. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> com o uso de diferentes concentrações de nanoemulsões do óleo <i>A. mucosa</i>	91
Tabela 29. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, <i>B. tabaci</i> com o uso de diferentes concentrações de nanoemulsões do óleo de <i>C. guianensis</i> e <i>A. mucosa</i>	93

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 Couve (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>).....	21
2.2 Mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	22
2.2.1 Histórico e Distribuição Geográfica	22
2.2.2 Biologia, Desenvolvimento e Comportamento	23
2.2.3 Danos Diretos, Indiretos e Econômicos.....	24
2.2.4 Controle Químico.....	25
2.3 Controle Alternativo	27
2.3.1 Inseticidas botânicos	27
2.3.2 Metabólitos secundários	28
2.4 Espécies com Potencial Inseticida	30
2.4.1 Andiroba	30
2.4.2 Timbó	32
2.4.3 Biribá.....	35
2.5 Nanoformulações e Nanoemulsões	36
2.6 Desenvolvimento de Nanoemulsões.....	39
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3.1 Local, Criação Estoque e Obtenção da Mosca-Branca, <i>B. tabaci</i>	41
3.2 Coleta e Confirmação Taxonômica de <i>B. tabaci</i> por Análise de DNA.....	42
3.3 Obtenção das Espécies Botânicas Para o Preparo dos Extratos	42
3.3.1 Local e Espécies Botânicas	42
3.3.2 Óleo de Andiroba Comercial	43
3.4 Processamento do Material Botânico	44
3.5 Infestação Induzida	45
3.6 Obtenção dos Extratos	46
3.6.1 Extratos Aquosos	46
3.6.2 Extratos Orgânicos	46
3.7 Aplicação dos Extratos.....	47
3.8 Montagem dos Bioensaios em Condições de Semi-Campo	47
3.9 Modos de Ação	48

3.9.1	Ação Translaminar	48
3.9.2	Ação Sistêmica.....	48
3.9.3	Ação Tópica	49
3.10	Desenvolvimento de Nanoformulações	49
3.10.1	Nanoemulsão por Emulsão-Evaporação de Solvente	49
3.11	Análise Química das Substâncias Ativas	50
3.11.1	Análise do Perfil Químico do Timbó e do Biribá por APCI-MS.....	50
3.11.2	Análise de Adulteração Óleo Comercial de Andiroba por GC-MS	51
3.12	Análise de dados e Estimativa da Concentração Letal Mediana (CL ₅₀)	52
3.13	Sequência de Experimentos Realizados.....	53
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1	Confirmação por Análise de DNA da Mosca-Branca	57
4.2	Confirmação de Pureza do Óleo de Andiroba	58
4.3.1	Teste Piloto dos Extratos Aquosos de Timbós (<i>D. amazonica</i> e <i>D. rariflora</i>) e Inseticida Comercial.....	59
4.3.2	CL ₅₀ Extrato Aquoso do Timbó, <i>Deguelia amazonica</i>	61
4.3.3	Modos de Ação do Extrato Aquoso do Timbó, <i>D. amazonica</i>	62
4.3.3.1	Efeito dos Modos de Ação do Extrato Aquoso do Timbó (Tópico, Translaminar e Sistêmico).....	62
4.3.3.2	Comparação entre os Modos de Ação do Extrato Aquoso do Timbó, <i>D. amazonica</i> (Tópico, Translaminar e Sistêmico)	65
4.3.4	Extrato Orgânico do Timbó, <i>D. amazonica</i>	66
4.3.4.1	Rendimento dos Extratos Orgânicos do Timbó	66
4.3.4.2	Comparação do Efeito Inseticida dos Extratos Orgânicos do Timbó em Diferentes Solventes.....	66
4.3.5	CL ₅₀ Extrato Hexânico do Timbó, <i>D. amazonica</i>	67
4.3.6	Modos de Ação do Extrato Orgânico do Timbó, <i>D. amazonica</i>	68
4.3.6.1	Efeito dos Modos de Ação do Extrato Orgânico do Timbó (Tópico, Translaminar e Sistêmico)	68
4.3.6.2	Comparação entre os Modos de Ação do Extrato Orgânico do Timbó (Tópico, Translaminar e Sistêmico)	70
4.4.1	Teste Piloto dos Extratos Aquosos do Biribá, <i>Annona mucosa</i>	72
4.4.2	Extrato Aquoso das Sementes do Biribá com armazenamentos diferentes.	73
4.4.3	CL ₅₀ Extrato Aquoso de sementes do Biribá.....	74
4.4.4	Modos de Ação do Extrato Aquoso do Biribá.....	75

4.4.4.1	Efeito dos Modos de Ação do Extrato Aquoso do Biribá (Tópico, Translaminar e Sistêmico).....	75
4.4.4.2	Comparação entre os Modos de Ação do Extrato Aquoso do Biribá (Tópico, Translaminar e Sistêmico)	77
4.4.5	Extrato Orgânico do Biribá	78
4.4.5.1	Rendimento dos Extratos Orgânicos do Biribá	78
4.4.5.2	Efeito Inseticida dos Extratos Orgânicos do Biribá.....	79
4.4.6	CL ₅₀ Extrato Hexânico do Biribá	80
4.4.7	Modos de Ação do Extrato Orgânico do Biribá.....	81
4.4.7.1	Efeito dos Modos de Ação do Extrato Orgânico do Biribá (Tópico, Translaminar e Sistêmico)	81
4.4.7.2	Comparação entre os Modos de Ação do Extrato Orgânico do Biribá (Tópico, Translaminar e Sistêmico)	82
4.5.1	Teste Piloto do óleo de andiroba, <i>Carapa guianensis</i>	83
4.5.2	CL ₅₀ do Óleo de Andiroba.....	84
4.5.3	Modos de Ação de Óleo de Andiroba.....	86
4.5.3.1	Efeito dos Modos de Ação do Óleo de Andiroba (Tópico, Translaminar e Sistêmico).....	86
4.5.3.2	Comparação entre os Modos de Ação do Óleo de Andiroba (Tópico, Translaminar e Sistêmico)	87
4.6	Nanoemulsões do Óleo de Andiroba e de Biribá	88
4.6.1	Nanoemulsões do Óleo de Andiroba	88
4.6.2	Nanoemulsões do óleo de Biribá	90
4.6.3	Comparação entre as nanoemulsões do óleo de Andiroba e de Biribá	92
4.7	Análises Químicas APCI-MS.....	94
4.7.1	Análise APCI-MS do Extrato Orgânico do Biribá	94
4.7.2	Análises APCI-MS do Extrato Orgânicos do Timbó.....	96
5	CONCLUSÕES	99
6	REFERÊNCIAS	100

1. INTRODUÇÃO

A couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) está entre as principais hortaliças cultivadas no Estado do Amazonas, além de ser muito consumida no Brasil e no mundo. No Amazonas em 2020 a produção foi de 2.200 toneladas em uma área assistida de 71 ha (IDAM, 2021). A produção, porém, enfrenta seus obstáculos, como o ataque de diversas pragas, entre elas a mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae).

A mosca-branca está entre as principais pragas de diversas culturas, com destaque para o biótipo B, capaz de utilizar mais de 500 plantas como hospedeiras, atacando culturas de importância econômica e causando prejuízos que podem alcançar até 100%, principalmente nas olerícolas (VILLAS-BÔAS et al. 2002; LACERDA e CARVALHO 2008; EMBRAPA, 2015). São sugadores de seiva (CAMARGO et al., 2011), mas os principais danos estão relacionados à transmissão de geminivírus, caracterizados pelos sintomas de nanismo severo, enrolamento das folhas, intensa clorose e diminuição da produção (VALLE; LOURENÇÃO 2002; HAJI et al., 2004). É uma espécie de difícil controle, principalmente o biótipo B, mais agressivo e virulento, com rápida adaptação a plantas e climas, possuindo uma plasticidade genética que contribui para um precoce desenvolvimento de resistência a diferentes grupos químicos de inseticidas, incluindo os neonicotinóides e reguladores de crescimento (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994; VILLAS-BÔAS et al., 1997; SILVA et al., 2009).

O uso de extratos de plantas com propriedades tóxicas à *B. tabaci* vem sendo muito estudado para o manejo alternativo desta praga (ALENCAR et al., 2004; LIMA et al., 2013; BALDIN et al., 2015; ROCHA; SUJII, 2019). Várias substâncias sintetizadas no metabolismo secundário das plantas podem ter algum tipo de atividade que poderão ser empregadas no controle biológico de inseto-pragas, atuando como inseticidas botânicos (SILVA C. P. et al., 2017), especialmente em relação ao MIP (manejo integrado de pragas), onde os inseticidas botânicos surgem como um forte aliado em conjunto com outros métodos de controle de insetos (TORRES et al., 2006).

Entre as famílias com grande potencial para estudos nesta área estão as meliáceas (andiroba), as anonáceas (biribá) e as fabáceas (timbó). A andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) é uma espécie da família meliácea considerada promissora quanto ao seu efeito inseticida e repelente sendo atestado por diversos trabalhos no controle de pragas (FERNANDES et al., 2016; SANTOS et al. 2016) e seu óleo é facilmente encontrado no mercado amazônico. O uso

do timbó já foi testado e empregado em diversas atividades. O uso de suas raízes já foi descrito no tratamento de piolhos, insetos que infestam animais, coceiras, pesca e claro como inseticida na atividade agrícola (HOMMA, 2014), obtendo resultados positivos em controles de pragas como *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (lagarta do cartucho) (ALÉCIO et al., 2011) e da própria *B. tabaci* com *Deguelia amazonica* Killip (OLIVEIRA, M. V. S., 2018). Plantas da família annonaceae, como o biribá (*Annona mucosa* Jacq. Baill) vem sendo estudadas nos últimos anos e empregadas em diversos controles de insetos (agrícolas e urbanos) (KRINSKI et al., 2014).

Métodos mais eficientes e seguros de aplicação de agroquímicos precisam ser desenvolvidos. O desenvolvimento de novas formulações para a proteção de plantas busca superar problemas com as aplicações de pesticidas comerciais (KAH et al., 2013), pois o uso convencional de agrotóxicos é um método com muitas perdas, o que diminui sua eficiência e induz o aumento das aplicações, provocando elevados impactos econômicos e ambientais negativos, bem como riscos ao aplicador e consumidor, sendo estas, as maiores motivações para o desenvolvimento de formulações de liberação mais lenta e/ou dirigida (CAVIGLIONI, 2020).

Formulações com características mais aprimoradas como maior solubilidade, uma liberação mais lenta e que não se degrade de maneira prematura, podem ser alcançados graças aos benefícios do uso de materiais em nanoescala, em que nanomateriais são utilizados como pesticidas ou nanotransportadores destes (BORDES et al., 2009). Nanoformulações como as nanoemulsões, por exemplo, podem ser formulações mais seguras, diminuindo o número de aplicações ou o uso de doses mais elevadas, mantendo o efeito desejado sobre o alvo e reduzindo riscos de contaminação da água e do solo (NGUYEN et al., 2014).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de bio defensivos na forma de extratos vegetais e de nanoemulsões no controle da mosca-branca (*B. tabaci*) em condições de semi-campo. Para isso buscou-se determinar o melhor modo de ação dos extratos com os melhores desempenhos, estimando suas concentrações letais médias (CL₅₀). Foram realizados ensaios com sistemas de nanoformulações para os extratos mais propícios a esta técnica. Análises químicas também foram realizadas para a identificação de componentes dos melhores extratos para uma possível recomendação em campo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*)

A família Brassicaceae apresenta hortaliças folhosas de grande destaque por sua importância econômica como a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), o brócolis (*B. oleracea* var. *itálica*) e a couve-de-folhas (*B. oleracea* var. *acephala*), sendo essa última a mais similar a sua ancestral silvestre, com possível origem na região do mediterrâneo (FILGUEIRA, 2008; WARWICK, 2011). A couve-de-folhas possui o caule reto que sustenta a planta erguida, tendo emissão contínua de novas folhas sem a formação de cabeça, típica de outono/inverno, com propagação feita por mudas originadas de brotações das axilas ou por sementes, com semeadura em campo feita em sulcos numa profundidade de 1,5 a 2 cm, com 10 cm de espaçamento (FILGUEIRA, 2003; VIDIGAL; PEDROSA, 2007; EMBRAPA, 2010).

A couve apresenta concentrações significativas de cálcio e magnésio (essencial à manutenção eficaz do metabolismo do cálcio) (PHILIPPI, 2001), suas folhas frescas ou cozidas são fontes de aminoácidos essenciais, correspondentes a 47% de aminoácidos totais (KORUS, 2013). Esta brássica está entre as principais hortaliças cultivadas no Estado do Amazonas segundo o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM) juntamente com alface, cebolinha, coentro, jerimum, melancia, macaxeira, pimentão e repolho.

O cultivo dessas hortaliças pode ser feito a céu aberto, em cultivo protegido, canteiro suspenso (este proporcionando a produção de hortaliças em áreas de várzeas durante as cheias dos rios) e hidroponia. Dados do IDAM contabilizam uma produção de couve de 2.200 toneladas em 2020 em uma área plantada assistida de 71 hectares, onde os municípios da zona metropolitana de Manaus são os maiores produtores de hortaliças, com destaque para o Careiro da Várzea e Iranduba (IDAM, 2021). No entanto a região amazônica apresenta intensas chuvas e temperaturas elevadas, que juntamente com a incidência de pragas e doenças compõem os principais fatores que dificultam a produção de hortaliças (SASSAKI, 1997).

Entre as diversas pragas que atacam a couve, destacam-se a Curuquerê-da-couve, *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819) (Lepidoptera: Pieridae), a traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), os pulgões, *Lipaphis erysimi* (Kalt., 1843) (Hemiptera: Aphididae), *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Hemiptera: Aphididae), e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), a lagarta-rosca, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel,

1766) (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-medede-palmo, *Trichoplusia ni* (Heub., 1802) (Lepidoptera: Noctuidae), a broca-da-couve, *Hellula phidilealis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Pyraustidae) e o inseto praga alvo deste estudo, a mosca-branca, *B. tabaci* (FILGUEIRA, 2008). Os danos diretos causados pela mosca-branca na couve são caracterizados pelo amarelecimento e murcha das folhas, começando pelas mais novas (provavelmente devido a injeção de saliva das ninfas e adultos durante a sucção), e quando a infestação é muito intensa as folhas centrais da planta ficam levemente eretas e enroladas nas bordas (LACERDA; CARVALHO, 2008).

Os danos indiretos causados na couve ocorrem pela deposição de excremento açucarado (honeydew) sobre as estruturas vegetais que favorece a ocorrência de fumagina (*Capnodium* sp), prejudicando o processo de fotossíntese e reduzindo a produtividade (INBAR; GERLING, 2008). A mosca-branca é também um grande vetor de vírus para plantas de importância agrícola (POLSTON et al., 2014), contudo ainda não existem registros de patógenos transmitidos por este inseto para a couve-de-folhas (DOMINGOS, 2017).

2.2 Mosca-branca (*Bemisia tabaci*)

2.2.1 Histórico e Distribuição Geográfica

Embora popularmente conhecida como “mosca-branca”, *Bemisia tabaci* não é realmente uma mosca, pois não pertence à Ordem Diptera, mas à Ordem Hemiptera, Subordem Sternorrhyncha, Superfamília Aleyrodoidea e Família Aleyrodidae (GRAZIA et al., 2012). Seu primeiro registro foi feito por Gennadius em 1889, observadas em plantas de fumo na Grécia, disseminando-se por todos os continentes, não sendo constatada sua presença apenas na Antártica. Em meados dos anos 80 nos Estados Unidos, surgiram os primeiros registros do biótipo B, chamada inicialmente de *Bemisia argentifolii*, apresentando rápida adaptação a várias plantas que passaram a servir como hospedeiras (OLIVEIRA et al., 2001; VILLAS-BÔAS; BRANCO, 2009).

No Brasil, o primeiro relato de *B. tabaci* data de 1929, nos estudos de Bondar (1929). A entrada do biótipo B (mais agressivo e virulento, com rápida adaptação a plantas e climas) no país provavelmente ocorreu no fim dos anos 90, devido a importação da planta ornamental poinsetia (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) por comerciantes paulistas, disseminando-se rapidamente pelo Brasil (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994; VILLAS-BÔAS et al., 1997).

Mundialmente foram identificados 33 biótipos, sugerindo que o biótipo B é um complexo de pelo menos 24 espécies crípticas (morfologicamente idênticas, mas geneticamente diferentes) com isolamento reprodutivo entre si e em evolução constante.

No Brasil, três espécies de *B. tabaci* já foram identificadas, sendo elas: Middle East-Ásia Minor 1 - MEAM1 (biótipo B), New World e New World 2 (biótipo A) e a Mediterranean - MED (biótipo Q) (RIZENTAL et al., 2017). Desde sua introdução vem se tornando mais importante a cada safra, pois sua disseminação no Brasil é ampla, com danos em diversas culturas, principalmente em hortaliças (LIMA; LARA, 2004; SILVA A. G. et al., 2017).

2.2.2 Biologia, Desenvolvimento e Comportamento

A mosca-branca é um inseto fitófago e sugador de seiva (LIMA; LARA, 2001). Mede de 1 a 2 mm de comprimento, 0,36 a 0,51 mm de largura (a fêmea é maior que o macho), com dorso amarelo-pálido e asas brancas (SOUZA; VENDRAMIM, 2000).

As fêmeas podem depositar entre 100 e 300 ovos durante seu ciclo de vida (BROWN; BIRD, 1992). Seus ovos são piriformes (0,18 a 21 mm de comprimento e 0,06 a 0,09 mm de largura), brancos no início, mudando para tons vermelho-amarelados ou café clara, quando mais próximos da eclosão; são colocados isoladamente ou em grupos na face abaxial de folhas mais jovens, seguros de ventos e dessecação (SIMMONS, 1994). Possuem um aparelho digestivo em “câmara-filtro que permite uma sucção constante de seiva, aproveitando somente um suco concentrado e excretando o excesso de alimento sugado na forma de “honeydew” (gotículas adocicadas) (GALLO et al., 2002; CAMARGO et al., 2011).

Espécies pertencentes à família Aleyrodidae como a mosca-branca, passam por cinco estádios até chegarem a fase adulta, começando pelo ovo (primeiro instar) de onde eclode a “ninfa I” (ativos e sem asas, com média de 0,17 mm), sendo este o único instar da mosca-branca móvel, que varia de uma a várias horas até a fixação de seu aparelho bucal no floema, onde ficaram imóveis mas em constante alimentação; passa a “ninfa II”, “ninfa III” e “ninfa IV” (inativos e sésseis com formato de escama mas com asas desenvolvidas em seu interior) onde alimenta-se apenas no início e aparenta “sofrer mudanças fisiológicas”, porém não ocorre qualquer mudança que caracterize a passagem para um novo estádio; esta parte terminal da

“ninfá IV” é conhecida como “ninfá T”, “pupa” ou “falsa pupa” (BYRNE; BELLOWS-JUNIOR, 1991; LIMA et al, 2001; BORROR; DELONG, 2015).

A “muda” da “ninfá VI” para a pupa vai ocorrer dentro do último tegumento ninfal, sendo uma metamorfose essencialmente completa (antes chamada de neometabolía) ao passo que os hemípteros em sua maioria possuem uma metamorfose simples (GALLO et al., 2002; BORROR; DELONG, 2015). O ciclo de vida pode variar de acordo com a planta hospedeira e a temperatura (um dos principais fatores que influenciam a biología do inseto) (VALLE, 2001), além das condições ambientais como a pluviosidade.

Temperaturas que variam entre 25 e 27 °C podem fazer o ciclo durar entre 25 e 27 dias, com média de eclosão de ovos de 8 dias e de fase ninfal entre 12 e 21 dias. Esse ciclo pode aumentar em temperaturas mais baixas, variando entre 34 e 37 dias, com incubação média de 13 dias, e fase ninfal que pode chegar aos 21 dias; a eclosão dos ovos também pode ser influenciada por temperaturas mais frias, variando entre 92 e 99%, mas pode atingir facilmente os 100% em temperaturas mais quentes (LIMA et al., 2001; ORIANI et al., 2011; TOSCANO et al., 2016).

2.2.3 Danos Diretos, Indiretos e Econômicos

Os danos diretos causados pela mosca-branca ocorrem pela sucção da seiva (nutrientes) do floema e inoculação de toxinas (enzimas digestivas) que alteram de forma geral o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta, podendo reduzir sua produtividade e a qualidade de seus grãos (VILLAS-BÔAS et al., 2002).

Na mandioca, por exemplo, a sucção direta da seiva provoca clorose e queda foliar (BELLOTTI et al., 1999). Em abóbora provoca o prateamento das folhas, em brássicas (brócolos e repolho) o embranquecimento do caule, na cenoura o clareamento das raízes, em poinsettia o clareamento das nervuras (HAJI et al., 2004), no algodão causa a queda precoce das folhas e as fibras tronam-se manchadas pela secreção do inseto e no tomate a injeção de uma toxina durante a alimentação causa o amadurecimento irregular do fruto, dificultando o reconhecimento do ponto de colheita (VILLAS-BÔAS, 2005). Na couve causa murcha e amarelecimento das folhas, podendo as folhas centrais ficarem levemente eretas e enroladas nas bordas (LACERDA; CARVALHO, 2008).

Indiretamente esta praga pode causar danos pela produção de excreções açucaradas (*honeydew*) que favorecem o desenvolvimento da fumagina sobre frutos e folhas (HAJI et al., 1996) prejudicando o processo de fotossíntese e reduzindo a produtividade, como acontece com a couve (INBAR; GERLING, 2008), no entanto a transmissão de vírus é o dano indireto mais preocupante, sendo *B. tabaci* capaz de transmitir vírus dos grupo dos carlavírus, crinivírus, ipomovírus, torradovírus e begomovírus (POLSTON et al., 2014) como os geminivírus, que causam nanismo severo, enrolamento das folhas, clorose intensa e diminuem a produção de grãos, podendo causar a perda total da produção em campo (CARNEIRO et al., 1998; VALLE; LOURENÇÃO, 2002), como registrado em municípios do Estado da Paraíba em culturas econômicas como algodão, tomate, feijão e couve (LACERDA; CARVALHO, 2008).

Produções de feijão, soja, algodão e hortaliças também são afetadas pela mosca-branca em várias partes do Brasil, principalmente na região do cerrado. Problemas com o aumento da população de *B. tabaci* são enfrentados em cultivos de soja a cada safra, principalmente pela transmissão do vírus da “necrose-da-haste” (grupo dos Carlavírus), que pode matar a planta e causar grande prejuízo, provocando um aumento nas aplicações de inseticidas na tentativa de controlar esta população, como registrado em Estados como o Mato Grosso do Sul, Bahia e Goiás, muitas vezes de forma abusiva e sem controle (OLIVEIRA et al., 2000; EMBRAPA, 2014; EMBRAPA, 2016), resultando no aumento do preço do produto final e em riscos à saúde.

No feijoeiro o ataque de *B. tabaci* além de afetar seu desenvolvimento, pode transmitir o vírus do mosaico dourado, o Bean Golden Mosaic Virus (BGMV), um Begomovírus, que pode causar facilmente perdas maiores que 40% na produção chegando aos 100% em muitos casos (FARIA et al., 1996; EMBRAPA, 2015). A transmissão de outro Begomovírus por *B. tabaci*, o TGMV (Tomato Golden Mosaic Virus), causa grandes prejuízos em plantações de tomate, inclusive a perda total da produção (FARIA et al., 2000).

2.2.4 Controle Químico

Ao se fazer uso de inseticidas químicos, algumas precauções devem ser tomadas visando o alcance da eficiência desejada e um menor desequilíbrio biológico, que pode possibilitar o surgimento de pragas resistentes. Precauções como a seleção do inseticida por modo de ação e grupo químico, a preferência por produtos seletivos em favor dos inimigos naturais e

polinizadores e pouco tóxicos ao homem, entre outros (MOURA et al., 2014). No tomate para indústria, por exemplo, adota-se a simples presença de um adulto de mosca-branca por planta como nível de dano econômico, sendo justificável pela transmissão de viroses (BROWN; BIRD, 1992), já que 0,3 adulto por planta seria o suficiente para a disseminação dos vírus (CUBILLO et al., 1999).

Seu controle químico deve ser baseado em inseticidas registrados no MAPA de acordo com a cultura, iniciando com algum do grupo químico dos neonicotinóides (age sobre os adultos inibindo a alimentação, voo, movimento e reduzindo a oviposição), com aplicações em intervalos semanais caso seja necessário (VILLAS-BÔAS; BRANCO, 2009). Culturas de grande escala como a soja apresentam 79 produtos registrados no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para o controle de *B. tabaci* biótipo B, no caso de feijão são 114 e do tomate são 102, enquanto para a couve são apenas cinco, entre eles o Evidence 700 WG, ingrediente ativo imidacloprido (neonicotinóide) (AGROFIT, 2023).

Contudo, o Biótipo B de *B. tabaci* possui uma plasticidade genética que permite o rápido desenvolvimento de resistência a diferentes grupos químicos de inseticidas, incluindo os neonicotinóides e reguladores de crescimento (SILVA et al., 2009). Por isso torna-se importante a adoção de medidas que retardem a seleção de populações de *B. tabaci* resistentes aos inseticidas aplicados, com medidas como o uso de um inseticida somente quando necessário, não fazendo, por exemplo, aplicações antes e logo após o transplante, evitando assim uma pulverização desnecessária; realizar a rotação de inseticidas, com troca de produto (de grupos químicos diferentes) a cada três semanas, sem fazer mistura de inseticidas, o que pode levar a resistência de dois ou mais produtos simultaneamente (VILLAS-BÔAS; BRANCO, 2009).

Produtos como a clorantraniliprole (grupo químico da Diamida Antranilítica) continuam sendo lançados para serem utilizados na alternância de ingrediente ativo e rotação de cultura com intuito de evitar esta resistência na população de *B. tabaci* (SILVA A. G. et al., 2017). Alguns estágios do ciclo de vida desta praga são muito suscetíveis a predadores, parasitóides e patógenos, de maneira que a utilização de inseticidas seletivos favorece a preservação da população de insetos benéficos (AHMAD et al., 2001). No entanto, insetos como *B. tabaci* (sugador e vetor de fitoviroses) devem ter um manejo que preconize o uso de várias táticas de controle e de maneira simultânea, como o controle cultural e o biológico, sendo todas igualmente importantes (MOURA et al., 2014).

2.3 Controle Alternativo

2.3.1 Inseticidas botânicos

Na Índia a pelo menos 2.000 anos a.C. os inseticidas botânicos já eram usados em controles de pragas; no Egito na época dos faraós e na China de 1.200 anos a.C., utilizavam-se inseticidas derivados de plantas no controle de pragas de grãos armazenados; na Europa o uso de plantas no controle de pragas data de meados do século XVI (HOMMA, 2014).

Os inseticidas botânicos foram muito populares nas décadas de 1930 e 1940, onde o Brasil era um dos maiores exportadores deste produto (substâncias como piretro, rotenona e nicotina) (MENEZES, 2005). Na região amazônica, por exemplo, ocorria a exportação em massa de raízes de timbó que possuíam rotenona (principal substância ativa extraída dessa raiz) para o combate de pragas em lavouras nos Estados Unidos (HOMMA, 2014).

No período pós 2ª Guerra Mundial houve o advento dos inseticidas organossintéticos e uma considerável redução no uso dos inseticidas botânicos (THACKER, 2002), que foram gradativamente substituídos devido a questões como a diferença na concentração dos ingredientes ativos entre plantas, e principalmente por causa do baixo efeito residual que obrigava um maior número de aplicações em períodos mais curtos (COSTA et al., 2004; MACHADO et al., 2007).

Existem muitas plantas com potencial inseticida que precisam ser estudadas, e quando possível introduzidas nas propriedades agrícolas como forma alternativa de controle de pragas (MENEZES, 2005), especialmente por causa do MIP (manejo integrado de pragas), onde os inseticidas botânicos surgem como um forte aliado em conjunto com outros métodos de controle de insetos (TORRES et al., 2006). Inseticidas botânicos são compostos resultantes do metabolismo secundário das plantas (KIM et al., 2003) que fazem parte de sua defesa química contra insetos herbívoros (CORRÊA; SALGADO, 2011).

Os princípios ativos inseticidas podem ser encontrados em uma parte específica ou em toda a planta, podendo ser aproveitados na forma do próprio material vegetal (moído até ser reduzido a pó) ou na forma de produtos derivados por extração aquosa ou com solventes orgânicos (MENEZES, 2005). Substâncias botânicas como as piretrinas, rotenona, nicotina, cevadina, veratridina, rianodina, quassinoides e azadiractina possuem atividade inseticida comprovada, assim como no caso de vários óleos essenciais (biopesticidas voláteis) (ISMAN,

2006), contudo, a utilização de óleos essenciais deve ser cautelosa, pois os mais eficazes podem ser os mais fitotóxicos (ISMAN, 2000).

Inseticidas botânicos podem manifestar diferentes mecanismos de ação, sendo tóxico quando agem sobre o sistema nervoso central do inseto causando sua morte, antialimentar quando impedem o início da alimentação das pragas (MENEZES, 2005) e repelente quando rechaçam e impossibilitam a aproximação dos insetos (CORRÊA; SALGADO, 2011).

Outro mecanismo de ação é o que atua sobre o órgão ou molécula alvo, dificultando o crescimento e o desenvolvimento (MENEZES, 2005), atingindo o sistema neuroendócrino e o metabolismo respiratório (KATHRINA; ANTONIO, 2004). Há também aqueles possuem ação por ingestão, restrita a insetos herbívoros, apresentando pouca toxicidade a humanos (MENEZES, 2005), e os de ação por contato, que são absorvidas pela quitina e exoesqueleto ou pelas vias respiratórias (ação fumigante), eficientes contra pragas que atacam alimentos em armazéns e silos (CORRÊA; SALGADO, 2011).

Alguns extratos podem ainda reduzir a viabilidade de ovos, ninfas, larvas e pupas, dependendo da concentração utilizada (COSTA et al., 2004). Muitos compostos com efeitos inseticidas são biodegradáveis e com baixa toxicidade a mamíferos, assim, pesquisas com essas plantas podem ajudar no desenvolvimento de novas classe de agentes de controle que ofereçam maior segurança nas aplicações (KIM et al., 2003).

2.3.2 Metabólitos secundários

Plantas podem sintetizar e liberar uma grande quantidade de compostos divididos em metabólitos primários (função estrutural e acúmulo de energia) e secundários (não associados ao desenvolvimento) (TAIZ et al., 2017). É no metabolismo secundário que inúmeras substâncias são sintetizadas com a capacidade de apresentar alguma ação que pode ser aproveitada no controle biológico de inseto-pragas e plantas daninhas, atuando como inseticidas e herbicidas naturais (SILVA C. P. et al., 2017).

Metabólitos secundários são compostos químicos naturais, relativamente complexos, com funções específicas (como a proteção contra as pragas, pigmentação de folhas e flores para favorecer a polinização etc.) (SILVA C. P. et al., 2017), contudo, não “essenciais” para o organismo, sendo produzidos somente em algumas fases do ciclo de vida e/ou sob determinadas

condições ambientais (KELLER et al., 2005). Em teoria todos os vegetais são capazes de produzir metabólitos secundários, que são observados com mais frequência em espécies que ainda não foram domesticadas (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

São evidenciados na expressão de genes dominantes, garantindo resistência na presença de compostos químicos, na ineficiência da atividade fotossintética, nas alterações dos sítios de ligações nas mitocôndrias, na ineficiência enzimática e na conjugação de aminoácidos e proteínas (inativando suas funções) (SILVA C. P. et al., 2017). Os três principais grupos de metabólitos secundários são: terpenos, substâncias fenólicas e substâncias nitrogenadas; com destaque também para os grupos dos derivados de ácidos graxos e os policetídeos aromáticos (REZENDE et al., 2017).

Terpenos são formados pela associação de moléculas de isopentenilpirofosfato dando origem a: monoterpenos, voláteis utilizados na atração (limoneno e mentol) e repelência (piretróides) de insetos; sesquiterpenos, geralmente voláteis, deixam a planta menos atrativa (mecanismo de defesa) e atuam como fitoalexinas; diterpenos, associam-se à giberilina atuando na germinação de sementes, alguns tem importância farmacológica; triterpenos, (saponinas) agem contra agentes bióticos; e tetraterpenos, (carotenóides) participam da captação de luz na fotossíntese e dissipam radicais livres (VIZZOTTO et al., 2010).

Compostos fenólicos possuem ao menos um anel aromático com uma substituição de um hidrogênio por um grupo hidroxila, podendo ser simples ou com diferentes graus de polimerização; ocorrem naturalmente na forma livre (agliconas), ligados a açúcares (glicosídeos) ou ligados a proteínas, terpenos e outros; como exemplos de substâncias fenólicas temos os ácidos fenólicos, as quinonas, fenilpropanóides, cumarinas, flavonóides e as substâncias poliméricas (taninos e ligninas) (REZENDE et al., 2017)

Substâncias nitrogenadas, em sua maioria, são biossintetizadas a partir de aminoácidos comuns; fazem parte desse grupo os glicosídeos cianogênicos, os aminoácidos não proteicos, e os alcalóides que são os principais compostos nitrogenados, encontrados em cerca de 20% das espécies de plantas vasculares (muito frequentes em dicotiledôneas herbáceas, mas em poucas monocotiledôneas e gimnospermas) (PAGARE et al., 2015).

A coevolução com os insetos contribuiu para manifestar os mecanismos de defesa nas plantas, seja física, com paredes mais rígidas, peludas, cerosas, espinhosas e etc., seja química, justamente com a produção de substâncias secundárias, fazendo com que apesar da quantidade gigantesca de insetos existentes, um número reduzido de ordens são exclusivamente fitófagas,

tais como Ortopthera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera e Lepidoptera (EDWARDS; WRATTEN, 1981). Os efeitos inseticidas expressados por determinadas plantas ocorrem principalmente pela presença de substâncias produzidas pelo metabolismo secundário em resposta ao ataque de algum inseto, sendo estas substâncias encontradas em raízes, caules, folhas, sementes e frutos (HERNANDEZ; VENDRAMIM, 1998).

Estudos com metabólitos secundários apresentam muitas aplicações práticas, seja pela relevância nas pesquisas de suas atividades biológicas contra herbívoros e microorganismos que possibilitam a expansão de produtos agroecológicos menos agressivos ao meio ambiente, ou pelos produtos comercialmente utilizados como inseticidas, fungicidas, medicamentos, e até mesmo fragrâncias e aromatizantes (SILVA C. P. et al., 2017; BORGES; AMORIM, 2020).

2.4 Espécies com Potencial Inseticida

2.4.1 Andiroba

A andiroba (*Carapa guianensis* Aublet) é uma espécie pertencente a família botânica Meliaceae, com amplo uso na medicina popular brasileira e em outros países que abrangem a floresta amazônica (PENIDO et al., 2005).

É uma árvore decídua que pode alcançar alturas maiores que 50 m, mas é comumente encontrada com alturas que variam entre 25 e 30 m e alcançando diâmetros de até 200 cm (FOURNIER, 2002). A casca é cinzenta e grossa, a copa possui tamanho médio, com folhas grandes compostas, alternas, com 30-60 cm de comprimento e até 50 cm de largura; suas flores são pequenas de coloração creme e o fruto é uma cápsula ovóide que se abre quando cai no chão, liberando sementes vermelhas que produzem um óleo amargo e espesso de coloração amarelo escuro (LORENZI, 2002).

Esse óleo produzido de suas sementes possui diversas propriedades descritas, como atividade analgésica (para dores reumáticas, artrite), anti-inflamatórias (para garganta, ouvido, artrite, etc.), antibacterianas, anticancerígenas, antifúngicas, antimaláricas, antioxidante, cicatrização de ferimentos e tratamento de hematomas (LORENZI; MATOS, 2002; GUERRA, 2008; ANVISA, 2015, PINTO et al., 2019). Devido a estas características o óleo de andiroba é usado nas indústrias de fitoterápicos como matéria-prima para elaboração de produtos medicinais como unguentos e pomadas, mas sua utilização vai mais além, por exemplo, na

produção de cosméticos como shampoo, sabonete e hidratante corporal (KENFACK, 2011; PINTO et al., 2019).

A obtenção dessa grande variedade de produtos com base no óleo de andiroba é possível por causa dos conhecimentos tradicionais e pelas pesquisas que comprovam que os princípios ativos presentes no óleo além de eficazes nas atividades já citadas, também apresentam atividade carrapaticida e insetífuga (PINTO et al., 2019). O óleo de andiroba já demonstrou algum tipo de bioatividade sobre uma diversidade de insetos (em diferentes fases de desenvolvimento), como efeito repelente e inseticida sobre o *Aedes aegypti* (L., 1762) (Diptera: Culicidae) (MIOT et al., 2004; MENDONÇA et al., 2005).

Em testes com *S. frugiperda* (lagarta-do-cartucho) a aplicação de 200 µL de óleo de andiroba em placas de Petri sobre papel filtro, foi capaz de causar a mortalidade de 60% dos ovos e mais de 90% das larvas (SANTOS et al., 2016). Concentrações de 20 e 40% do óleo de andiroba foram capazes de alcançar mais de 70% de repelência sobre *Sitophilus zeamais* (Mots., 1855) (Coleoptera: Curculionidae) (gorgulho-do-milho) em caixas plásticas contendo 20 g de milho, sendo que estes insetos estavam a 24 horas sem alimentação (GOTT et al., 2010). Em *Anastrepha fraterculus* (Wiedmann, 1830) (Diptera: Tephritidae) foi detectado o efeito de repelência em experimentos com armadilhas McPhail contendo solução com proteína hidrolisada e diferentes concentrações do óleo de andiroba) em pomar de feijoa (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret), onde as concentrações de 1 e 2% (as mais altas no teste) foram as mais repelentes (ROSA et al., 2013).

Extratos obtidos de solventes orgânicos de outras partes vegetativas da andiroba podem apresentar resultados tão bons quanto os óleos, como no caso do experimento de Inacio e Carvalho (2012) feito com cupins subterrâneos da espécie *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (Blattodea: Rhinotermitidae), que sobreviverem por menos dias em tratamentos com extratos orgânicos de diclorometano e metanol obtidos das folhas de *C. guianensis* do que nos tratamentos controles que tinham apenas diclorometano, metanol e óleo de andiroba. Mas isto não é regra, pois o extrato alcoólico do tegumento da andiroba causou menor mortalidade sobre *Tenebrio molitor* (L., 1758) (Coleoptera: Tenebrioni) (larva-da-farinha) do que o próprio óleo de andiroba (LIMA et al., 2015).

Outras técnicas e combinações podem também apresentar resultados promissores, Fernandes et al. (2016) testaram concentrações de andiroba misturadas com vaselina [20 e 50%], detectando efeito repelente sobre *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Chrysomya*

megacephala (Fabricius, 1794), *Lucilia cuprina* (Wiedemann, 1830), *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819), *Lucilia sericata* (Wiedemann, 1830) e *Sarconesia clorogaster* (Wiedemann, 1830), todas Diptera: Calliphoridae. Oliveira (2008) testou o efeito repelente de nanoemulsões do óleo *C. guianensis* (15%) sobre *A. Aegypti*, e atestou a viabilidade desta prática, principalmente se combinada com óleo de copaíba (*Copaifera* sp.) (5%). Apesar destes resultados, o uso do óleo de andiroba no combate a pragas inspira cuidados devido a sua interação com insetos benéficos, pois este óleo se revelou tóxico para abelhas da espécie *Apis melífera* (L., 1758) (Hymenoptera: Apidae) e operárias da espécie *Tetragonistica angustata* (Latreille, 1811) (Apidae: Meliponini), podendo influenciar agroecossistemas (XAVIER, 2009).

A importância do óleo de andiroba motivou o governo do estado do Amazonas a proibir o corte dessas árvores por meio do Decreto nº 25.044, de 1º de junho de 2005, contudo não há uma legislação específica sobre a coleta e o transporte dos recursos não madeireiros da andirobeira, mas segundo a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, sua coleta é livre desde que sejam identificados os períodos ideais para tal, com atenção para a quantidade coletada para evitar danos ao desenvolvimento e à reprodução da espécie, sendo isto possível por meio de boas práticas de manejo, que possibilitam o uso sustentável da semente de andiroba (PINTO et al., 2019).

2.4.2 Timbó

A palavra timbó é de origem tupi, em que “ti” significa suco e “mbo” significa cobra, portanto, suco de cobra, suco venenoso, suco que mata (CORBETT, 1940). Timbó é o nome pelo qual são conhecidas na Amazônia, diversas plantas de cultura pré-colombiana, onde suas raízes, machucadas e agitadas na água, produzem um suco leitoso com cheiro muito forte e peculiar (LIMA, 1987), que quando entra em contato com os peixes faz com que estes entrem em um estado de entorpecência que após algum tempo pode levá-los à morte; este efeito é atribuído à substância denominada rotenona (LOPES et al., 2014).

A utilização do timbó por indígenas na pesca não é exclusividade da América do Sul, tribos na Ásia e na África também faziam uso desta prática (HOMMA et al., 2014). O timbó

também é utilizado no combate a ectoparasitas de animais domésticos e peixes predadores em tanques de criação, e no controle de insetos (LIMA, 1987; HOMMA et al., 2014).

Muitas espécies de plantas são conhecidas popularmente como “timbó”, também pertencentes a vários gêneros diferentes como *Deguelia*, *Derris*, *Thephrosia*, *Millettia*, *Serjania*, etc., e a diferentes famílias, como Fabaceae Papilionaceae, Sapindaceae e Compositae Cariocaraceae (CORBETT, 1940; LIMA, 1987), na literatura inclusive há muitas controvérsias taxonômicas a respeito do gênero de diversas espécies conhecidas como timbó, como é mostrado no levantamento feito por Camargo e Tozzi (2014a).

O que se pode afirmar é que atualmente muitas espécies de timbós são classificadas no gênero *Deguelia*, pertencente à família botânica Fabaceae. O gênero *Deguelia* é representado por 21 espécies, restritas à região neotropical, que ocorrem do Brasil até a Costa Rica e Nicarágua, sendo que algumas ocorrem exclusivamente no Brasil, nos domínios da Amazônia, Cerrado ou Mata Atlântica (CAMARGO; TOZZI, 2015). Além de descrições taxonômicas, tem sido sugerido que os perfis fitoquímicos de espécies desse gênero possam auxiliar a elucidação da separação filogenética para gêneros dessa família (MAGALHÃES et al., 2001).

Sob as disposições do Código Internacional de Nomenclatura Botânica, *Derris* foi mantido em relação a *Deguelia* (RICKETT; STAFLUE, 1959), no entanto, Geesink (1984), reconheceu *Deguelia* como um gênero distinto de *Derris* e *Lonchocarpus*, sendo realizada revisão com novas combinações e descrições de novas espécies por Tozzi (1994, 1998), Sousa (2009) e Camargo e Tozzi (2014a), com uma nova espécie sendo descrita em 2014, encontrada no Brasil no município de Humaitá-AM (CAMARGO; TOZZI, 2014b).

Durante esse período algumas espécies do gênero *Deguelia* Aubl. foram incluídas no gênero *Lonchocarpus* ser. *Fasciculati* Benth. (= *Lonchocarpus* subg. *Phacelanthus* Pittier ex Geesink) em alguns trabalhos publicados, e algumas espécies mais conhecidas, mas o recente reestabelecimento de *Deguelia*, após a revisão de trabalhos de diversos descritores botânicos apresentou novas combinações pertinentes (taxonômicas e nomenclaturais) (CAMARGO; TOZZI, 2014a), como no caso das espécies antes chamadas “*Derris urucu* (Killip et Smith) Macbride” (timbó vermelho ou timbó-urucu) e “*Derris nicou* (Killip et Smith) Macbride” (timbó branco ou timbó macaquinho), atualmente são aceitas como “*Deguelia urucu* (Killip & A. C. Sm.) A. M. G. Azevedo & R. A. Camargo” e “*Deguelia utilis* (A.C. Sm.) A. M. G. Azevedo”, respectivamente. As espécies do gênero *Deguelia* são árvores ou arbustos

escandentes a lianas, com folhas imparipinadas, entre 5 e 17 folíolos e possuem inflorescência pseudoracemosa, com eixos secundários reduzidos e nodosos (CAMARGO; TOZZI, 2015).

Antes do início da II Guerra Mundial havia uma grande exportação do pó das raízes do timbó vermelho (*D. urucu*) e do timbó branco (*D. utilis*) (sendo estas as mais amplamente utilizadas na Amazônia), para a extração de rotenona, usada no preparo de produtos no combate de pragas agrícolas (CAMINHA FILHO, 1940; LIMA, 1987). O timbó perdeu importância no cenário comercial na década de 1950 com a chegada dos inseticidas sintéticos, ocasionando uma redução gradual na produção dos principais Estados exportadores (Pará, Amazonas e Maranhão), não havendo mais registros da extração do timbó no Anuário Estatístico do Brasil em 1985, apenas registros do Pará como único produtor (25 t) (COSTA, 1996; HOMMA, 2014).

Como relatado anteriormente, o uso do timbó para controles de pragas não é recente, mas pode ser ainda mais antigo, já que Corbett (1940) relata seu uso no controle de pragas e pesca por indianos e chineses desde o século VIII. Os efeitos das raízes do timbó são bastante conhecidos pela ação específica sobre animais ectotérmicos (animais de “sangue frio”: répteis, anfíbios, a maioria dos peixes e animais invertebrados como os insetos), sendo esse efeito atribuído à substância denominada rotenona (LIMA, 1987; HOMMA, 2014; LOPES et al., 2014; ANDRADE et al., 2015).

A rotenona age como veneno de contato estomacal e traqueal, reunindo os três métodos técnicos usados em combate às pragas (contato, envenenamento e asfixia) (CONCEIÇÃO et al., 2002). Em sua forma pura apresenta uma toxicidade comparável a inseticidas sintéticos como o DDT (aguda para mamíferos), mas com níveis bem menos tóxicos em produtos formulados (ISMAN, 2006).

Devido a estas propriedades, estudos visando o controle de pragas agrícolas com espécies de “timbó” ou com a rotenona isolada são encontrados na literatura, como no caso do extrato de *D. amazonica* (timbó) que apresentou toxicidade contra *Cerotoma arcuatus* (Olivier, 1791) (Coleoptera: Chrysomelidae) (vaquinha) (ALÉCIO et al., 2010) e *D. floribunda* com efeito tóxico por ação de contato sobre *Aphis (Toxoptera) citricidus* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae) (pulgão-preto-dos-citrus) (CORREA, 2006). A rotenona pura foi tóxica para a lagarta de *S. frugiperda* (lagarta-do-cartucho), apresentando-se como alternativa de controle (ALÉCIO et al., 2011).

O preparo de extratos orgânicos de timbó também apresenta resultados promissores, pois contra *Tetranychus desertorum* (Banks, 1900) (Acari: Tetranychidae) (ácaro vermelho),

os extratos etanólicos e acetônicos de *D. rariflora*, extrato etanólico de *D. floribunda* e o extrato acetônico de *D. rariflora* também apresentaram toxidez (CORRÊA, 2011). Extratos orgânicos preparados com hexano, metanol e diclorometano de *D. floribunda* apresentaram efeito inseticida sobre *Aleurocanthus woglumi* (Ashby, 1915) (Hemiptera: Aleyrodidae) (mosca-negra-dos-citros) (PENA, 2012) e o extrato etanólico de *D. amazonica* apresentou efeito inseticida sobre *B. tabaci* (JESUS et al., 2013).

2.4.3 Biribá

A família Annonaceae é constituída por cerca de 100 gêneros e aproximadamente 2.300 espécies (CHATROU et al., 2012), com distribuição Pantropical, sendo a América Central, América do Sul, África e Ásia os principais centros de diversidade deste grupo, já que fora dos trópicos há apenas o registro da espécie *Asimina triloba* (Linnaeus) Dunal, encontrada do norte do Canadá ao sul da América do Norte (HEUSDEN, 1992).

No Brasil existem 29 gêneros e 386 espécies de Annonaceae, distribuídas principalmente na Amazônia, mas também em outros biomas como Mata Atlântica e o Cerrado (CHATROU et al., 2004). São plantas lenhosas, de porte arbóreo ou arbustivo (HEUSDEN, 1992); entre as annonaceas, o gênero *Annona* apresenta espécies de interesse comercial como a graviola (*Annona muricata* L.) e a fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) (HEUSDEN, 1992) (LORENZI; MATOS, 2002).

Apesar da grande diversidade de espécies da família Annonaceae, a quantidade de estudos destas plantas visando o controle de inseto pragas ainda é baixo, provavelmente devido a descoberta de suas propriedades inseticidas serem relativamente “recentes” (KRINSKI et al., 2014). Entre as substâncias com potencial inseticida encontradas nas Annonaceas, destacam-se as acetogeninas, por apresentarem bioatividade contra diversas espécies de insetos (ALALI et al., 1998).

As acetogeninas fazem parte de uma classe de produtos naturais com potencial para o desenvolvimento de produtos inseticidas, podendo ser encontradas em cascas de galhos e raízes e com mais frequência em sementes de plantas da família Annonaceae (CASTILLO-SÁNCHEZ et al., 2010). Krinski et al. (2014) relataram pelo menos 42 espécies da família Annonaceae distribuídas em 14 gêneros com potencial inseticida encontradas na literatura,

destacando uma maior quantidade de estudos sobre os efeitos inseticidas para as espécies *A. muricata* (graviola) e *A. squamosa* (fruta-do-conde, pinha).

A espécie *Annona mucosa* Jacq. Baill era agrupada antigamente no gênero *Rollinia* (RAINER, 2007). Recentemente encontra-se na literatura uma diversidade de trabalhos utilizando o nome científico *Annona mucosa*, sendo agrupada no gênero *Annona* por Oliveira, M. L. B. (2018) devido as suas características morfológicas, sendo esta a nomenclatura adotada neste trabalho.

Annona mucosa é uma fruteira nativa da Amazônia e Mata Atlântica, popularmente conhecida como biribá (FERREIRA et al., 2010). Destaca-se por seus frutos grandes e comestíveis, com polpa mucilaginosa e adocicada, justificando seu amplo cultivo nos neotrópicos (FERREIRA, 2016). Suas sementes são classificadas como ortodoxas e podem ter o teor de água reduzido e armazenadas a baixas temperaturas sem que haja redução na porcentagem de germinação (CARAVALHO, et al., 2001), podendo serem armazenadas em ambientes de geladeira (a 10°C e a 15°C) por até nove meses, sem o comprometimento da viabilidade (MALCHER et al., 2014).

O processamento da polpa das annonáceas descarta seus resíduos, principalmente as sementes, que poderia se transformar em um produto de valor agregado na cadeia produtiva da agroindustrialização, sendo utilizadas para o preparo de extratos botânicos no controle de insetos pragas (GOMES, 2018), pois os extratos de diferentes partes da planta, mas principalmente das sementes, já apresentaram efeito inseticida sobre algumas espécies de insetos, tais como o gorgulho do milho (*S. zeamais*) utilizando o extrato das sementes com solvente hexano (RIBEIRO et al., 2013) e o *A. aegypti*, utilizando extrato da semente com solvente metanol (COSTA et al., 2013).

2.5 Nanoformulações e Nanoemulsões

Segundo Lazaretti e Hupffer (2019) nanotecnologia é a aplicação de insumos ou processos em que ao menos um componente seu tenha dimensões na chamada escala nanométrica (entre um e 100 nanômetros), permitindo a manipulação de materiais reduzidos a essa escala, originando novos materiais que podem ser empregados em qualquer área econômica e influencia-la mundialmente.

No site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTIC) (2023), nanotecnologia está definida como: “Campo científico-tecnológico transversal, disruptivo e pervasivo, dedicada à compreensão, controle e utilização das propriedades da matéria na nanoescala ($1,0 \times 10^{-9}$ m, que equivale a 1 bilionésimo de metro)”. Sua utilização abrange do setor de industriais e de serviços, por exemplo, com nanocomponentes para eletrônicos com maiores capacidades de armazenamento e compartilhamento de dados, até a área médica, com carreadores que direcionam e modificam a liberação de fármacos em alvos específicos (GRILLO, 2014).

Técnicas utilizando partículas coloidais foram se desenvolvendo com o passar dos anos, adquirindo abordagens mais amplas, englobando uma diversidade bem maior em termos de materiais na composição dessas formulações e adquirindo conceitos de nanotecnologia em suas aplicações (ASSIS et al., 2012), como o próprio termo “nanoformulação”. Existe uma problemática sobre o uso do prefixo ‘nano’ que vem sendo muito utilizado na área farmacêutica para designar carreadores para fármacos em escala nanométrica (APOLINÁRIO et al., 2020).

Nanoformulações e nanocarreadores acabam sendo usados como sinônimos em muitos casos. Kah e Hofmann (2014) definiram nanoformulações como uma combinação entre substâncias bioativas, surfactantes, polímeros e/ou partículas metálicas, estruturadas em uma escala nanométrica, sendo algo mais geral ao processo. Cerize (2012) conceitua nanocarreadores como nanoestruturas com diâmetros entre 10 e 800 nm, associadas ou envoltas a uma substância ativa capaz de transportar e direcionar essa substância a um alvo específico, executando uma liberação controlada, sendo neste caso, algo mais específico e com funções definidas, principalmente em relação ao transporte.

Desse modo, entre os diferentes tipos de nanoformulações/nanocarreadores, estão as nanoemulsões, que fazem uso de materiais como os tensoativos (também chamados de surfactantes) que são materiais que ajudam na estabilização das dispersões de óleo em água em escala nanométrica (ANTON et al., 2008). No caso das nanoemulsões são realizadas formulações de emulsões em escala nanométrica. Emulsões são a junção entre dois líquidos imiscíveis, onde um deles fica disperso na forma de pequenas gotas esféricas no outro, sendo o exemplo mais comum a emulsão entre água e óleo (BECHER, 2001).

Dependendo da distribuição de suas quantidades relativas, chamado de sistema, podem ser classificadas como emulsão óleo-em-água (O/A), quando gotas de óleo dispersas em uma fase aquosa, e emulsão água-em-óleo (A/O) quando gotas de água são dispersas na fase oleosa

(COSTA, 2015). Partículas coloidais ao longo do tempo tendem a sofrer agregação ou coalescência, mesmo quando são utilizados conservantes apropriados, sendo importante o reconhecimento dos parâmetros físicos que estão relacionados à desestabilização do sistema (DA SILVA, 2019).

O estudo sobre a estabilidade gera informação sobre o comportamento do sistema frente as condições ambientais desde sua fabricação até sua desestabilização, levando em consideração determinados parâmetros como temperatura de armazenamento, centrifugação, pH, condutividade elétrica, turbidez e propriedades organoléptica (ANVISA, 2004). Formulações com características mais aprimoradas podem ser alcançados com o uso de materiais em nanoescala, pois nanomateriais utilizados como pesticidas ou nanotransportadores destes, expressam características como uma maior rigidez, permeabilidade, cristalinidade, estabilidade térmica e biodegradabilidade, quando comparados a pesticidas comuns (BORDES et al., 2009).

Por isso, as nanoemulsões possuem propriedades que despertam grande interesse em suas formulações, principalmente em se tratando de substâncias bioativas, entre as quais destacam-se a redução da força da gravidade e do movimento Browniano, fazendo que não ocorra sedimentação, cremação (separação dos componentes da emulsão por causa de suas densidades) (BECHER, 2001), floculação, impedindo a separação de fase mantendo o sistema permanentemente disperso (PETSEV et al., 1995) e a coalescência, que é quando ocorre uma fusão entre duas ou mais gotas e assim sucessivamente até ocorrer a separação das fases (KABALNOV; WENNERSTROM, 1996), além de possibilitar a rápida penetração de substâncias bioativas por causa de sua grande área superficial de contato (SOLANS et al., 2005).

No setor agrícola o desenvolvimento de novas formulações para a proteção de plantas busca superar problemas com as aplicações de pesticidas comerciais (KAH et al., 2013), pois o uso de agroquímicos, seja para fertilização ou controle de pragas e doenças, é um método com muitas perdas, devido a volatilização, degradação por fotólise, hidrólise ou atividade microbiológica, e pelas condições ambientais durante a aplicação (vento, umidade e temperatura), o que diminui sua eficiência e causa o aumento das aplicações, provocando elevados impactos econômicos e ambientais negativos, além dos riscos ao aplicador, sendo estas, as maiores motivações para o desenvolvimento de formulações de liberação controlada (CAVIGLIONI, 2020).

2.6 Desenvolvimento de Nanoemulsões

O preparo de nanoemulsões podem ocorrer de forma geral por métodos de baixa ou alta energia de emulsificação e diferem pela quantidade de energia utilizada (PEY et al., 2006; KOMAIKO; McCLEMENTS, 2016).

Os métodos de baixa energia geralmente dependem mais das propriedades físicoquímicas intrínsecas do tensoativo e da fase oleosa, requerendo, portanto, um baixo consumo de energia para a produção de nanoemulsões (McCLEMENTS; RAO, 2011). Os mais comuns os de temperatura de inversão de fase (PIT: Phase Inversion Temperature), do ponto de inversão da emulsão (EIP: Emulsion Inversion Point) e da emulsificação espontânea (BOVI, 2015).

Os métodos de alta energia baseiam-se em geração de energia mecânica por alta tensão de cisalhamento, homogeneizadores de alta pressão, microfluidizadores, ou pela utilização de ultra-som (LIU et al., 2006; TADROS et al., 2004). Os mais comuns os de agitação, ultrassonicação, microfluidização e emulsificação de membrana (TRAN et al. 2019)

Neste sistema a quebra das gotículas por estes homogeneizadores se dá pelo emprego de ondas ultrassônicas de alta intensidade que geram a força necessária para essa quebra das gotículas em gotículas ainda menores, onde ocorre a um processo alternado de expansão e contração das sondas sonificadoras proporcionada pela ação do ultrassonicador em resposta a uma tensão elétrica também alternada, e que quando em contato com o sistema líquido as vibrações mecânicas iniciam o processo de cavitação, causando a quebra das gotículas (PAVONI et al., 2020).

Os tensoativos são de grande importância funcional para o desenvolvimento de nanosistemas, pois possuem a capacidade de formar película interfacial entre as fases oleosa e aquosa, o que possibilita ao sistema ter estabilidade graças a formação de gotículas de óleo que possuem cargas semelhantes ao dos tensoativos, ocorrendo repulsão entre elas e impossibilitando a coalescência (SAFAYA; ROTLIWALA, 2020).

No entanto, a estabilidade do sistema pode ser alterada por fatores como temperatura, radiação, luz, ar (oxigênio, dióxido de carbono e vapores d'água), umidade, local e hora de coleta e de acondicionamento, como também a quantidade de cada componente (ativo ou inativo) do composto (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Fatores intrínsecos como pH, hidrólise, racemização e oxidação também podem causar instabilidade (COSTA, 2014). O aumento

brusco na condutividade elétrica pode indicar que o sistema está coalescendo e a diminuição que as partículas estão agregando, fazendo deste um parâmetro essencial para determinação da integridade do sistema (principalmente se este ficar armazenado por algum tempo) (ANVISA, 2004).

A nanotecnologia oferece a possibilidade de inovações em formulações mais eficientes para repelência de insetos, tais como as formulações de longa duração por meio de encapsulamento das substâncias ativas em nanopartículas, buscando uma proteção mais eficaz (PUJIASTUTI et al., 2017), assim temos o termo “nanobiopesticidas”, que são compostos biologicamente ativos nanoformulados, em que a eficiência da molécula biotiva é potencializada devido à nanopartícula utilizada na construção da nanoformulação (HAYLES et al., 2017).

Muitos nanobiopesticidas continuam sendo desenvolvidos com resultados promissores, como as nanoformulações a base do óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), que foram capazes de reduzir a sobrevivência da lagarta de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) (traça-do-tomateiro) (FERREIRA et al., 2012), e de ocasionar a mortalidade de no mínimo 50% das ninfas de *B. tabaci* em tomateiro, mesmo cerca de 30 dias após sua aplicação (CARVALHO et al., 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local, Criação Estoque e Obtenção da Mosca-Branca, *B. tabaci*

Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola (LEA) ($24,09 \pm 0,23^\circ\text{C}$; $55,18 \pm 0,95\% \text{UR}$) e casa de vegetação ($\text{S}03^\circ 06' 07.1''$, $\text{W}059^\circ 58' 33.0''$) ($37,89 \pm 0,67^\circ\text{C}$; $55,23 \pm 1,21\% \text{UR}$) da Área Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus/AM.

Mudas de couve foram produzidas continuamente utilizando sementes de couve Horticeres® Sementes, variedade Folha Manteiga da Geórgia, em tubetes de 4 cm de diâmetro (55 cm^3), até completarem 14 dias, sendo transplantados para os vasos da criação estoque com substrato composto por terriço e Composto Orgânico Minhofertil® na proporção 3:1 ou mantidas nos tubetes com substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças® para serem utilizadas nos tratamentos.

As plantas de couve (*B. oleracea* var. *acephala*) sadias mantidas em vasos, foram utilizadas para atrair a população natural da mosca-branca presente na área experimental da FCA (Figura 01), dando início a criação estoque.

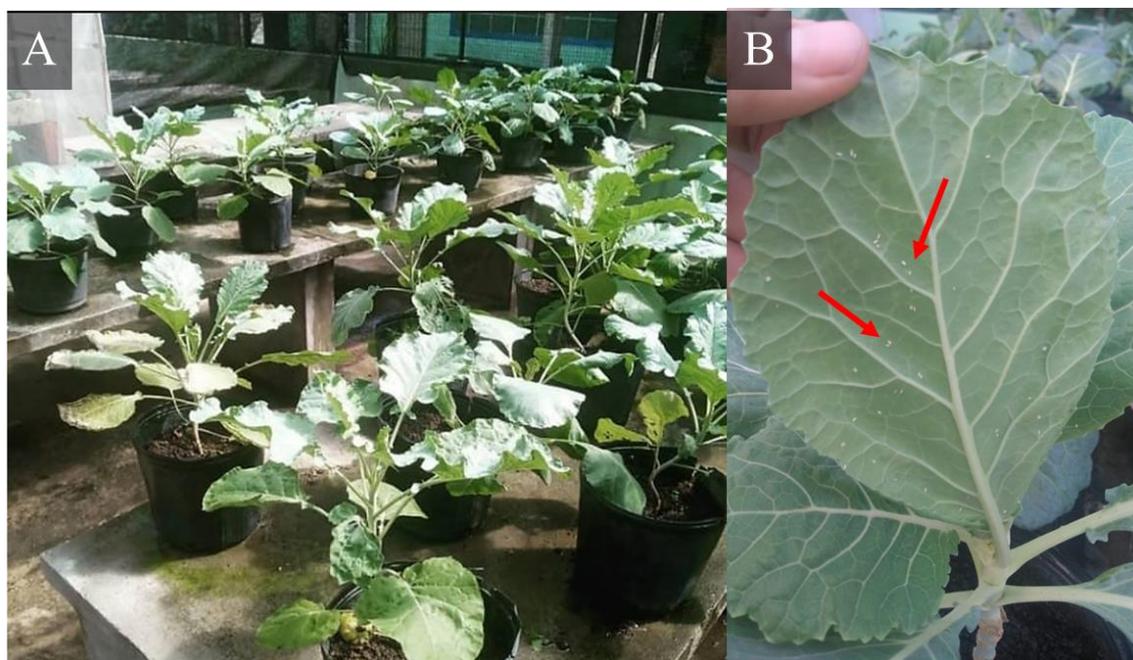


Figura 01. A) Plantas de couve, *B. oleracea*, em vasos para atrair os adultos da mosca-branca para oviposição; B) Confirmação de colonização.

3.2 Coleta e Confirmação Taxonômica de *B. tabaci* por Análise de DNA

As coletas de *B. tabaci* foram realizadas na área experimental da FCA-UFAM. As amostras foram coletadas e acondicionadas em *eppendorfs* e preservadas em álcool 92,8% em geladeira até o dia do envio, seguindo protocolo do Laboratório de Entomologia e Biotecnologia da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás-GO, onde foram realizadas as análises de DNA. Foi realizado o depósito dos *voucher espécimes* na coleção entomológica do LEA.

Para extração do DNA, cada adulto foi macerado individualmente em um microtubo de 1,5 mL, com tampão de extração de 60 mL (10 mM Tris-HCl, pH 8, 1 mM EDTA, 0.3% Triton X-100, 60 µg/mL proteinase K). O homogenizado foi incubado durante 15 min a 65 °C, e em seguida aquecido a 95 °C durante 7 minutos seguindo o protocolo de Silva (2006) modificado. Após procedimento, as amostras foram armazenadas a $-20\pm 0,52^{\circ}\text{C}$. Em seguida foi realizada a PCR, para a amplificação de todos os loci dos microssatélites em um volume total de 10 µL no qual continha: 1 µL DNA de *B. tabaci*; 5,0 µL de Master Mix, 0,6 µL primer Forward; 0,6 µL primer Reverse e 2,8 µL água Mili Q. Para a amplificação foi utilizado um termociclador.

O protocolo da PCR consiste em: desnaturação inicial de 95 °C por 15 min.; anelamento por 40 ciclos de 30 segundos a 94 °C; 90 segundos a 48 °C; e 90 segundos a 72 °C; e extensão a 72 °C por 5 min, seguido de resfriamento a 10 °C. Cinco microlitros (µl) de cada produto de amplificação serão isolados com a enzima de restrição Taq I e tampão a 65 °C durante 2 horas em um volume final de 15 µl. O DNA restrito foi submetido a eletroforese em gel de agarose a 1,5% e corado com brometo de etídio. Para segregação das bandas foi utilizado o marcador de massa molecular LowRanger 100bp DNA Ladder. Os resultados em que os padrões de corte da enzima de restrição forem característicos do biótipo analisado foram comparados com os trabalhos de Bosco et al. (2006) e Marubayashi et al. (2013).

3.3 Obtenção das Espécies Botânicas Para o Preparo dos Extratos

3.3.1 Local e Espécies Botânicas

As coletas de material botânico ocorreram com a autorização do SISBIO número 47179-1, e realizadas na Região Metropolitana de Manaus/AM, incluindo a trilha da área de produção FCA-UFAM no Campus da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), e comunidades

rurais adjacentes a Manaus e Silves, com os pontos de coleta sendo georreferenciados (Tabela 01).

Foram utilizadas diferentes estruturas das espécies de plantas com potencial inseticida. Para representantes da família Meliaceae: óleo de amêndoas de *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba). Para a família Fabaceae foram utilizadas: raízes dos timbós (*Deguelia amazonica* Killip e *Deguelia rariflora* (Mart. Ex Benth) G.P. Lewis & Acev.- Rodr.). Quanto a família Annonaceae foram usadas sementes de *Annona mucosa* Jacq (biribá).

Tabela 01. Timbó, Biribá e Óleo de Andiroba coletados na Região Metropolitana de Manaus/AM.

Estrutura/espécie botânica	Data de Coleta	Local de Coleta	Coordenadas
Raízes de <i>D. amazonica</i> Killip (timbó)	06/10/2021	Comunidade Nossa Senhora do Livramento, RDS Tupé.	S03°01'48.1"; W060°10'47.8"
Raízes de <i>D. rariflora</i> (Mart. Ex Benth) G.P. Lewis & Acev.- Rodr. (timbó)	10/06/2021	Fazenda Experimental da UFAM, depois da guarita entrada	S02°38.981"; W060°02.855"
Raízes de <i>D. rariflora</i> (Mart. Ex Benth) G.P. Lewis & Acev.- Rodr.	20/01/2020	Trilha da área de produção FCA-UFAM	S03°06.155"; W059°58.535"
Óleo das sementes de <i>C. guianensis</i> Aubl. (andiroba)	12/08/2022	Propriedade Sítio Amaral, Silves	S02°47'16.4"; W58°24'19.4"
Óleo das sementes de <i>C. guianensis</i> Aubl. (andiroba)	21/03/2020	Propriedade Sítio Vô Agenor, Manaus.	S02°46'53.2"; W060°08'11.4"
Sementes de <i>A. mucosa</i> Jacq. (biribá).	21/03/2020	Propriedade Sítio Vô Agenor, Manaus.	S02°46'53.2"; W060°08'11.4"

3.3.2 Óleo de Andiroba Comercial

O óleo fixo comercial da semente de andiroba, *C. guianensis*, foi doado pela empresa “Extratora de Óleos Vegetais Canto da Luz®”, com sede localizada na cidade de Manaus/AM, mas com as sementes oriundas no município de Silves, AM, Comunidade Sagrado Coração de Jesus (S02°47'32,2”, W58°24'21,9”), com processo de extração próprio protegido sob patente

realizado na sede, referente à “Depósito de Patente; Máquina de Extração de Óleos Vegetais” - BR 1020160069882.

Foram realizados testes de solubilidade com diferentes solventes (hexano, diclorometano e metanol) e o hexano foi o que melhor solubilizou o óleo, sendo este um dos solventes mais utilizados para esse tipo de trabalho, pois possui grande estabilidade e baixa possibilidade de corrosão (WILLIAMS, 2005). A concentração usada no teste foi de 1%.

3.4 Processamento do Material Botânico

Para o processamento do material botânico (Figura 02) as plantas coletadas foram levadas para laboratório para a separação de suas partes vegetativas. Esse material botânico foi seco em estufa de circulação de ar forçado a 40°C, com tempo variado de secagem de acordo com o material. Após a secagem, o material vegetal foi armazenado em sacos plásticos pretos, até o momento da moagem.

A trituração do material foi efetuada com auxílio do moinho de facas. O material vegetal em pó foi armazenado em potes de vidro, envolvidos com papel alumínio, etiquetados com os dados de local da coleta, data, coletores, espécie e parte vegetativa.



Figura 02. A) Separação das partes vegetativas (raízes de timbó); B) Secagem em estufa; C) trituração em moinho de facas; D) Pó vegetal (raízes de timbó).

3.5 Infestação Induzida

Foi construída uma gaiola para a realização da “infestação induzida” (0,8 x 0,8 x 1 m) revestida com microtela. Grades com mudas sadias com dimensões foliares médias de 6,0 x 3,5 cm eram acondicionadas dentro da gaiola, e por aberturas laterais eram introduzidas as plantas infestadas da criação estoque com adultos de *B. tabaci* não sexados.

As folhas foram agitadas manualmente para dispersão dos insetos adultos que se estabeleciam nas mudas sadias, até a obtenção de aproximadamente 10 indivíduos adultos de *B. tabaci*. No interior da gaiola permaneciam apenas as mudas infestadas para oviposição, por um período de 24 h, visando a homogeneização da idade das ninfas, adaptado de Pena (2012) (Figura 03).

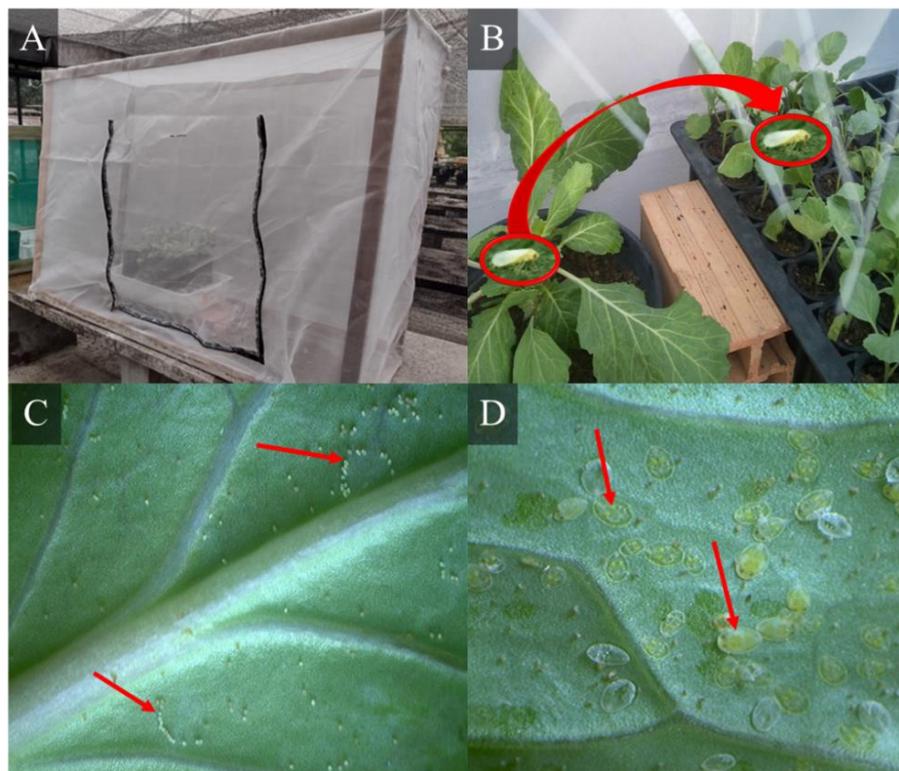
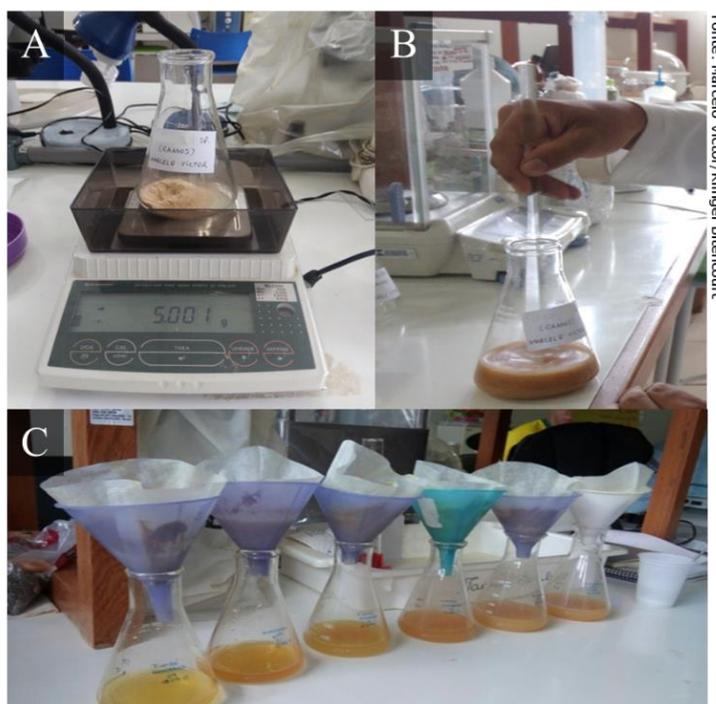


Figura 03. A) “Gaiola de infestação”; B) Infestação induzida com adultos da mosca-branca da planta de couve em vaso para as mudas nos tubetes; C) Ovos após 24 horas de oviposição; D) Ninfas após 14 dias da infestação.

3.6 Obtenção dos Extratos

3.6.1 Extratos Aquosos

Foram pesados 5 g das amostras de pó vegetal das espécies coletadas e diluídas em 100 mL de água destilada na concentração de 5 % (m/v) de extrato aquoso (Figura 04). A solução contida em erlemeyer foi submetida a agitação por 30 minutos para fins de homogeneização, sendo posteriormente mantida em repouso por 24 h para extração das substâncias secundárias hidrossolúveis. Passado esse período, as amostras foram filtradas em papel filtro, restando apenas o extrato aquoso, que foi aplicado sobre as mudas de couve infestadas com ninfas de mosca-branca, adaptado de Pena (2012).



Fonte: Marcelo Victor/Klinger Bilencourt

Figura 04. A) Pesagem do pó vegetal; B) Homogeneização do pó com a água; C) Filtragem dos extratos.

3.6.2 Extratos Orgânicos

Os extratos orgânicos de cada espécie vegetal foram obtidos por maceração à frio (Figura 05). Foram pesadas quantidades específicas de cada material vegetal moído e acondicionado em reservatório com capacidade para 500 mL, sendo submetidos a extrações em

gradiente de polaridade, partindo de hexano (HEX), diclorometano (DCM) e metanol (MeOH), sendo 100 mL de cada em lavadora ultrassônica a 60°C por uma hora. Em cada extração, a solução foi filtrada em papel filtro, e em seguida concentrada em evaporador rotativo a 40°C, sob pressão reduzida. A solução então foi colocada em frasco e levado para secador para a evaporação do restante do solvente orgânico, resultando nos extratos brutos HEX, DCM e MeOH. A diluição dos extratos orgânicos foi realizada utilizando Acetona P.A. – ACS (790G) 100% Dinâmica® e n-Hexano HPLC/UV/LC-MS/Pesticidas Riedel®.



Figura 05. A) Maceração a frio; B) Filtragem do solvente orgânico; C) Rotaevaporação; D) Frasco com extrato orgânico em secador.

3.7 Aplicação dos Extratos

Os extratos foram aplicados sobre as ninfas, nas mudas, com auxílio da Torre de Potter Burkard Scientific®. As folhas contendo as colônias, com pelo menos 50 ninfas entre o segundo e terceiro instar por folha, foram posicionadas no centro da base inferior do aparelho onde ocorreu a aspersão ($1\text{kg}/\text{cm}^2$), com aplicação de 1 mL de extrato/folha, abrangendo toda a folha de forma homogênea.

3.8 Montagem dos Bioensaios em Condições de Semi-Campo

Após 7 dias da infestação induzida (período em que a maioria das ninfas encontravam-se na fase 2 e 3) foram realizadas as aplicações dos extratos aquosos em laboratório, retornando posteriormente para a casa de vegetação onde passaram mais 7 dias, para então serem realizadas

as avaliações de mortalidade causadas pelos extratos (PENA, 2012), com o auxílio de lupa estereoscópica e de tabelas de avaliação, onde foram anotadas as mortalidades e demais informações associadas aos tratamentos.

A avaliação das mortalidades das nanoformulações ocorreu através do acompanhamento e contagem da quantidade de ninfas mortas a cada 24 horas, durante o período de 7 dias (HORN, 2019; LEMUS DE LA CRUZ et al., 2022).

3.9 Modos de Ação

Todas as mudas de couve usadas nestes testes (translaminar, sistêmica e tópica) foram obtidas de acordo com o tópico 4.1 (Local, Criação Estoque e Obtenção da Mosca-Branca) sendo conduzidos em laboratório, adaptado do trabalho de Pena (2012), marcando-se duas folhas/planta contendo em média 50 ninfas. Nos testes de modo de ação foram utilizados como tratamentos controles nos tetes com extratos aquosos a água por via tópica e o inseticida comercial sistêmico Evidence WG700 (testemunha críptica), registrado para o controle da mosca-branca. Para os testes com os extratos orgânicos os controles foram o mesmo inseticida comercial e o hexano aplicado em cada modo de ação.

3.9.1 Ação Translaminar

Para cada tratamento foram aplicadas as soluções na face adaxial, ou seja, oposta à superfície contendo as ninfas, com auxílio da Torre de Potter. Foram aplicados 1mL do extrato em cada folha/planta.

3.9.2 Ação Sistêmica

Para avaliação da ação sistêmica os extratos foram aplicados diretamente no substrato do tubete, composto pelo substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças®. Todos os tubetes receberam 10 mL dos extratos testados.

3.9.3 Ação Tópica

Foram realizadas aplicações tópicas dos extratos sobre as ninfas, utilizando-se uma micropipeta, monocal, de volume variável (0,1 - 2 μ L). Foram aplicados 0,2 μ L de cada extrato testado diretamente sobre as ninfas em cada área demarcada.

3.10 Desenvolvimento de Nanoformulações

3.10.1 Nanoemulsão por Emulsão-Evaporação de Solvente

A metodologia utilizada para a produção das nanopartículas foi desenvolvida pelos pesquisadores do NANOPOL-UFAM, sendo essa uma combinação de metodologias propostas na literatura (MORAES et al., 2019; NORCINO et al., 2020). Para esta etapa foram utilizadas apenas as amostras com propriedades oleosas (andiroba e biribá) com a testemunha sendo o Tween80 a 2% (Figura 06).

Óleo de Andiroba	Acetona	Tween80	Água destilada
1g	10 mL	0,1g	99 mL
2g	10 mL	0,2g	98 mL
Extrato HEX de Biribá	Acetona	Tween80	Água destilada
1g	10 mL	0,1g	99 mL
2g	10 mL	0,2g	98 mL

Quadro 1. Materiais utilizados na produção das nanoemulsões de andiroba e biribá.

As nanoemulsões foram preparadas pelas seguintes etapas:

Solução A: Os óleos de andiroba e biribá foram solubilizado em acetona em temperatura ambiente sob agitação magnética.

Solução B: O tween foi solubilizado na água destilada em temperatura ambiente sob agitação magnética.

A solução A foi vertida na B utilizando o ultra-dispersor turrax por 30s a 15.000rpm. Depois a emulsão foi mantida sob agitação magnética para evaporação da acetona.

Foram utilizados nas formulações a Acetona PA, Marca: Nuclear, Lote: 19121097, o Tween80 (Polisorbato 80), Marca: Synth, Lote: 194605, e os óleos de andiroba comercial Canto da Luz® e o extraído com hexano das sementes do biribá, onde este fruto devido ao seu aspecto pastoso em temperatura ambiente precisou ser aquecido para ficar com o aspecto oleoso, para então iniciar o processo das nanoformulações.



Figura 06. Nanoemulsões: 1 - Andiroba 1%, 2 - Andiroba 2%, 3 - Biribá 1%, 4 - Biribá 2%, 5 - Tween80 2%.

3.11 Análise Química das Substâncias Ativas

3.11.1 Análise do Perfil Químico do Timbó e do Biribá por APCI-MS

Os extratos hexânicos de *D. amazonica* e *A. mucosa* foram solubilizados em metanol HPLC, gerando soluções estoque de 1000 ppm. Aliquotas (10 μ L) dessas soluções foram transferidas para vials contendo 1 mL de MeOH. Em seguida, 5 μ L das soluções diluídas foram analisadas por inserção direta no espectrômetro de massas do tipo ion trap, modelo LCQ Fleet, equipado com fonte APCI (Atmospheric Pressure Chemical Ionization) operando nos modos positivo e negativo.

Os parâmetros analíticos utilizados foram os seguintes: corrente da corona: 5 μ A; temperatura do vaporizador: 320 °C; temperatura do capilar: 220 °C; gás de bainha: 30 psi; gás auxiliar: 10 arb, faixa de massas, m/z 100-1000. Os espectros de MS/MS foram obtidos através de dissociação induzida por colisão (CID) utilizando-se hélio como gás de colisão e energias

de colisão variando entre 20 e 30%. Para esta análise não foi utilizado o óleo de andiroba comercial, devido a sua proteção de patente.

3.11.2 Análise de Adulteração Óleo Comercial de Andiroba por GC-MS

Os óleos de andiroba (*C. guianensis*) usados na análise foram o óleo comercial Canto da Luz® e o óleo adquirido por extração tradicional diretamente com o produtor no município de Silves, AM, (S02° 47'16,4"; W 8°24'19,4") propriedade Sítio Amaral, este último utilizado como padrão de pureza.

Para poder realizar a análise em GC-MS, foi necessário primeiramente a realização da derivatização dos óleos, pois estes são óleos fixos e não óleos essenciais.

Num tubo de ensaio foi pesado 0,0500 g de óleo de andiroba, ao qual foi adicionado 4,00 mL de hidróxido de potássio metanólico (NaOH/MeOH) 0,5 N para a etapa de transesterificação/saponificação, sendo em seguida submetida a ultrassom por 10 minutos à temperatura de 50°C para eliminação da gordura. Na sequência, foram adicionados 5 mL de solução comercial de trifluoreto de boro metanólico (BF₃/MeOH) e novamente colocado num banho de ultrassom por 2 minutos.

Em seguida, os FAMES obtidos foram extraídos com adição de 2,00 mL de hexano e agitados por 1 minuto. Mais 2 mL de hexano foram adicionados, juntamente com uma solução aquosa de cloreto de sódio saturada, e o tubo agitado por 30 segundos. Por fim, na fase hexânica os FAMES foram purificados numa pequena coluna contendo sulfato de sódio anidro (1 cm) e sílica gel fase normal (4 cm), eluída com Hexano/Acetato de sódio (98:2). A fase hexânica foi finalmente concentrada e seca até o peso constante num banho de areia a 40°C para a determinação de rendimento.

A conversão dos ácidos graxos em seus respectivos ésteres metílicos foi monitorada por cromatografia em camada delgada (CCD) em fase normal com o auxílio do padrão comercial de FAMES. Para isto a amostra derivatizada foi diluída em 1 mg/mL para a aplicação na CCD. Cada placa de CCD de 10 cm foi previamente lavada com eluição com acetona. Após ativação, as amostras foram aplicadas e eluídas em sistema hexano: éter etílico: ácido acético (80:16:4) e revelada com solução etanólica de ácido fosfomolibídico com aquecimento a 150°C (METCALFE et al., 1966).

A análise do óleo foi realizada em um equipamento GC-MS modelo TRACE GC ULTRA/ ISQ (Thermo Scientific) usando detector seletivo e coluna capilar TR5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) (Thermo Scientific). Hélio foi utilizado como gás de arraste com fluxo de 1,0 mL.min⁻¹. A solução de injeção foi preparada dissolvendo-se aproximadamente 1 mg de óleo em 1 mL de acetato de etila grau HPLC, sendo injetado 1 µL de solução em modo Split, na razão 1:25. A temperatura do forno foi programada de acordo com Silva et al. (2013). A percentagem de cada substância foi determinada pela área do componente dividida pela área total de todas as substâncias presentes na amostra e o resultado multiplicado por 100.

3.12 Análise de dados e Estimativa da Concentração Letal Mediana (CL₅₀)

A avaliação das mortalidades nos bioensaios ocorreu através da contagem da quantidade de ninfas mortas observadas em cada tratamento em áreas marcadas nas folhas (tanto em mudas quanto nas plantas desenvolvidas), com o auxílio de lupa estereoscópica e de tabelas de avaliação, onde foram anotadas as mortalidades e demais informações a respeito dos tratamentos. Foi calculada a mortalidade corrigida para cada tratamento, pela fórmula de Abbott (1925): $Mc (\%) = (\%Mo - \%Mt / 100 - \%Mt) \times 100$, (onde: Mc = Mortalidade corrigida; Mo = Mortalidade observada; Mt = Mortalidade na testemunha) para se obter a porcentagem de mortalidade causada pelos extratos em cada tratamento.

A estimativa da Concentração Letal Mediana (CL₅₀), ou seja, a concentração necessária para causar mortalidade de 50% da população de *B. tabaci*, foi feita pela análise de Probit (FINNEY, 1971), com 5 concentrações diferentes, utilizando o programa R®.

O delineamento experimental adotado para todos os experimentos foi o inteiramente casualizado. Para a comparação de médias, primeiramente foi realizado o teste de normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk, e quando constatada uma distribuição não normal, realizada a transformação dos dados em arcsen $[\{(x+0,5) / 100\}0,5]$, onde o uso desse recurso é geralmente recomendado para dados em que a média é proporcional à variância (FERREIRA, 2011; PINO, 2014). A análise de variância foi realizada pelo teste F e a comparação das médias pelo teste de Tukey (p<0,05).

3.13 Sequência de Experimentos Realizados

Experimento 1 – Extarto Aquoso do Timbó – Teste Piloto: Extratos aquosos das raízes de timbós, na concentração de 5% diluídos em água destilada (m/v), totalizando 5 tratamentos, com 5 repetições: T1 - Testemunha - Água Destilada, T2 – Inseticida Comercial Sistêmico (1g/L), T3 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento, T4 – Raíz de Timbó (*D. rariflora*) Fazenda UFAM, T5 – Raíz de Timbó (*D. rariflora*) UFAM Campus Setor Sul.

Experimento 2 – CL₅₀ do Extrato Aquoso do Timbó: Extratos aquosos das raízes de timbós, nas concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5% diluídos em água destilada (m/v), totalizando 6 tratamentos com 5 repetições: T1 - Testemunha - Água Destilada, T2 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento 1%, T3 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento 2%, T4 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento 3%, T5 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento 4%, T6 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento 5%.

Experimento 3 – Modos de Ação do Extrato Aquoso do Timbó: Extratos aquosos das raízes de timbós, na concentração de 2,12% diluídos em água destilada (m/v), totalizando 5 tratamentos com 5 repetições: T1 - Testemunha - Água Destilada, T2 – Inseticida Comercial Sistêmico, T3 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento aplicado por via tópica, T4 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento aplicada por via translaminar, T5 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento aplicada por via sistêmica.

Experimento 4 – Extarto Orgânico do Timbó: Extratos orgânicos das raízes de timbós, na concentração de 2,12% diluídos em Acetona P. A. (m/v), totalizando 4 tratamentos, com 5 repetições: T1 - Testemunha – Acetona P. A., T2 – Extrato Hexânico da Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento, T3 – Extrato Diclorometânico de Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento, T4 – Extrato metanólico de Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento.

Experimento 5 – CL₅₀ do Extrato Orgânico do Timbó: Extratos hexânico das raízes de timbós, nas concentrações de 0,1, 0,3, 0,5, 0,7, e 1% diluídos em hexano (m/v), totalizando 6 tratamentos com 5 repetições: T1 - Testemunha - Hexano, T2 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento 0,1%, T3 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento 0,3%, T4 – Raíz

de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento 0,5%, T5 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento 0,7%, T6 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento 1%.

Experimento 6 – Modos de Ação do Extrato Orgânico do Timbó: Extratos hexânicos das raízes de timbós, na concentração de 1,03% diluídos em hexano (m/v), totalizando 7 tratamentos com 5 repetições: T1 – Testemunha – Inseticida Comercial Sistêmico, T2 – Hexano aplicado por via tópica, T3 – Hexano aplicado por via translaminar, T4 – Hexano aplicado por via sistêmica, T5 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento aplicado por via tópica, T6 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento aplicada por via translaminar, T7 – Raíz de Timbó (*D. amazonica*) N.S. Livramento aplicada por via sistêmica.

Experimento 7 – Extrato Aquoso das Partes Vegetativas do Biribá – Teste Piloto: Extratos aquosos de folhas, ramos e sementes do biribá, na concentração de 5% diluídos em água destilada (m/v), totalizando 5 tratamentos, com 5 repetições: T1 - Testemunha - Água Destilada, T2 – Inseticida Comercial Sistêmico (1g/L), T3 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor, T4 – Folhas de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor, T5 – Ramos de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor.

Experimento 8 – Extrato Aquoso das Sementes de Biribá Armazenadas – A assepsia utilizada nos tratamentos foi de 5 min em solução com água + hipoclorito de sódio a 5%, com posterior secagem à sombra sobre papel toalha, e, devido as circunstâncias causadas pela pandemia do COVID-19, precisaram ficar armazenadas, à princípio, por tempo indeterminado, totalizando 194 dias em geladeira a temperatura de 18°C, para então secarem em estufa e trituradas por moinho de facas para obtenção de seu pó vegetal. Foram preparados extratos aquosos das sementes do biribá, na concentração de 5% diluídos em água destilada (m/v), totalizando 4 tratamentos, com 5 repetições: T1 - Testemunha - Água Destilada, T2 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) degustado com assepsia (DCA), provenientes do consumo do fruto, sendo antes portanto, “degustadas” pelos consumidores antes de passar por assepsia, T3 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) direto do fruto com assepsia (DFCA), onde estas foram retiradas diretamente do fruto e passaram na sequência por assepsia, T4 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) direto do fruto sem assepsia (DFSA), onde estas foram retiradas diretamente do fruto sem passar pelo processo de assepsia, sendo apenas lavadas em água.

Experimento 9 – CL₅₀ do Extrato Aquoso do Biribá: Extratos aquosos das sementes do biribá, nas concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5% diluídos em água destilada (m/v), totalizando 6 tratamentos com 5 repetições: T1 - Testemunha - Água Destilada, T2 – Semente de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 1%, T3 - Semente de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 2%, T4 – Semente de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 3%, T5 – Semente de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 4%, T6 – Semente de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 5%.

Experimento 10 – Modos de Ação do Extrato Aquoso do Timbó: Extratos aquosos das raízes de timbós, na concentração de 2,12% diluídos em água destilada (m/v), totalizando 5 tratamentos com 6 repetições: T1 - Testemunha - Água Destilada, T2 – Inseticida Comercial Sistêmico, T3 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor aplicado por via tópica, T4 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor aplicada por via translaminar, T5 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor aplicada por via sistêmica.

Experimento 11 – Extrato Orgânico do Biribá: Extratos orgânicos das sementes de biribá, na concentração de 4,95% diluídos em Acetona P. A. (m/v), totalizando 4 tratamentos, com 5 repetições: T1 - Testemunha – Acetona P. A., T2 – Extrato Hexânico das Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor, T3 – Extrato Diclorometânico Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor, T4 – Extrato metanólico das Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor.

Experimento 12 – CL₅₀ do Extrato Orgânico do Biribá: Extratos hexânico das sementes de biribá, nas concentrações de 0,1, 0,3, 0,5, 0,7, e 1% diluídos em hexano (m/v), totalizando 6 tratamentos com 5 repetições: T1 - Testemunha - Hexano, T2 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 0,1%, T3 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 0,3%, T4 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 0,5%, T5 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 0,7%, T6 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 1%.

Experimento 13 – Modos de Ação do Extrato Orgânico do Biribá: Extratos hexânicos das sementes de biribá, na concentração de 1,30% diluídos em hexano (m/v), totalizando 7 tratamentos com 5 repetições: T1 – Testemunha – Inseticida Comercial Sistêmico, T2 – Hexano aplicado por via tópica, T3 – Hexano aplicado por via translaminar, T4 – Hexano aplicado por

via sistêmica, T5 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor aplicado por via tópica, T6 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor aplicada por via translaminar, T5 – Sementes de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor aplicada por via sistêmica.

Experimento 14 – Óleo de Andiroba – Teste Piloto: Óleos de andiroba, na concentração de 1% diluídos em hexano (m/v), totalizando 5 tratamentos, com 5 repetições: T1 - Testemunha - Hexano, T2 – Inseticida Comercial Sistêmico (1g/L), T3 – Óleo de Andiroba (*C. guianensis*) Sítio Amaral (Silves), T4 – Óleo de Andiroba (*C. guianensis*) Sítio Vô Agenor (Manaus), T5 – Óleo de Andiroba (*C. guianensis*) Comercial Canto da Luz.

Experimento 15 – CL₅₀ do Óleo de Andiroba: Óleo de andiroba, nas concentrações de 0,5, 0,75, 1, 1,25 e 1,5% diluídos em hexano (m/v), totalizando 6 tratamentos com 5 repetições: T1 - Testemunha - Hexano, T2 – Óleo de Andiroba (*C. guianensis*) Comercial Canto da Luz 0,5%, T3 – Óleo de Andiroba (*C. guianensis*) Comercial Canto da Luz 0,75%, T4 – Óleo de Andiroba (*C. guianensis*) Comercial Canto da Luz 1%, T5 – Óleo de Andiroba (*C. guianensis*) Comercial Canto da Luz 1,25%, T6 – Óleo de Andiroba (*C. guianensis*) Comercial Canto da Luz 1,5%.

Experimento 16 – Modos de Ação do Óleo de Andiroba: Óleo de andiroba, na concentração de 1,77% diluídos em hexano (m/v), totalizando 7 tratamentos com 6 repetições: T1 – Testemunha – Inseticida Comercial Sistêmico, T2 – Hexano aplicado por via tópica, T3 – Hexano aplicado por via translaminar, T4 – Hexano aplicado por via sistêmica, T5 – Óleo de Andiroba (*C. guianensis*) Comercial Canto da Luz aplicado por via tópica, T6 – Óleo de Andiroba (*C. guianensis*) Comercial Canto da Luz aplicada por via translaminar, T5 – Óleo de Andiroba (*C. guianensis*) Comercial Canto da Luz aplicada por via sistêmica.

Experimento 17 – Nanoemulsões do Óleo de Andiroba e Biribá: Nanoformulações com óleo de andiroba e biribá, nas concentrações de 1 e 2%, totalizando 5 tratamentos com 6 repetições: T1 – Testemunha – TWEEN80 2%, T2 – Nanoemulsão de Andiroba (*C. guianensis*) Comercial Canto da Luz 1%, T3 – Nanoemulsão de Andiroba (*C. guianensis*) Comercial Canto da Luz 2%, T4 – Nanoemulsão de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 1%, T5 – Nanoemulsão de Biribá (*A. mucosa*) Sítio Vô Agenor 2%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Confirmação por Análise de DNA da Mosca-Branca

Todas as amostras das fêmeas adultas analisadas pelo teste de DNA coletadas no Campus da UFAM em Manaus foram identificadas como a espécie *Bemisia tabaci* Middle East Asia Minor 1 - MEAM1 (biótipo B) (Tabela 02 e Figura 07).

Tabela 02. Amostras de mosca-branca enviadas ao Laboratório de Entomologia da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Goiás, para identificação molecular.

Item	Código	Local	Coletor	Planta	N ¹	Biótipo ²
	Embrapa			Hospedeira		
1	AMMAN1	Setor de Olericultura da FCA – UFAM, Manaus, AM	Marcelo Victor	<i>Brassica</i> <i>oleracea</i> - Couve	6	B
2	AMMAN2	Área Experimental da FCA – UFAM, Manaus, AM	Marcelo Victor	<i>Brassica</i> <i>oleracea</i> - Couve	6	B
Total de moscas analisadas					12	

1: Número de moscas-brancas analisadas até a última etapa do procedimento;

2: Biótipo B = *Bemisia tabaci* Middle East Asia Minor 1 - MEAM1

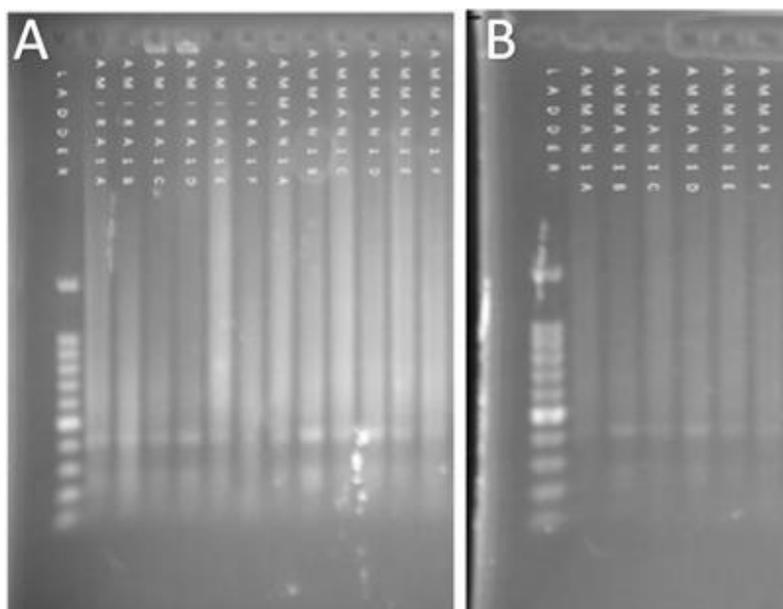


Figura 07. Fotorevelação das amostras de mosca-branca, *Bemisia tabaci* enviadas ao Laboratório de Entomologia para identificação molecular, repetição 1 (A) e repetição 2 (B).

4.2 Confirmação de Pureza do Óleo de Andiroba

As análises em GC-MS do óleo extraído de maneira tradicional (MOA1) e sem nenhuma adulteração apresentou a presença de Ácido Palmítico, Ácido Linoleico, Ácido Oleico e Ácido Esteárico.

O óleo comercial Canto da Luz® apresentou as mesmas substâncias (MOA2) em padrões muito semelhantes (Tabela 03 e Figura 08), não sendo encontradas alterações significativas entre os parâmetros mensurados nas duas análises.

Tabela 03. Dados de GC-MS para o óleo de andiroba tradicional (MOA1) e o óleo de andiroba comercial “Canto da Luz®” (MOA2).

MOA1	Ápice TR	Início TR	Fim TR	Área	Área%	Altura	Altura%
Ácido Palmítico	14,49	14,40	14,71	2,33E+09	25,75	6,71E+08	27,33
Ácido Linoleico	18,19	18,12	18,12	5,52E+08	6,09	1,74E+08	7,1
Ácido Oleico	18,36	18,29	18,59	5,09E+09	56,16	1,34E+09	54,75
Ácido Esteárico	19,93	18,88	19,14	1,09E+09	12,01	2,66E+08	10,82
MOA2	Ápice TR	Início TR	Fim TR	Área	Área%	Altura	Altura%
Ácido Palmítico	14,48	14,4	14,75	1,26E+09	28,83	3,34E+08	28,08
Ácido Linoleico	18,19	18,13	18,26	2,12E+08	4,86	63612975	5,36
Ácido Oleico	18,34	18,3	18,7	2,4E+09	54,99	6,96E+08	58,63
Ácido Esteárico	18,93	18,83	19,24	4,94E+08	11,32	94223134	7,93

TR: Tempo de Retenção em minutos.

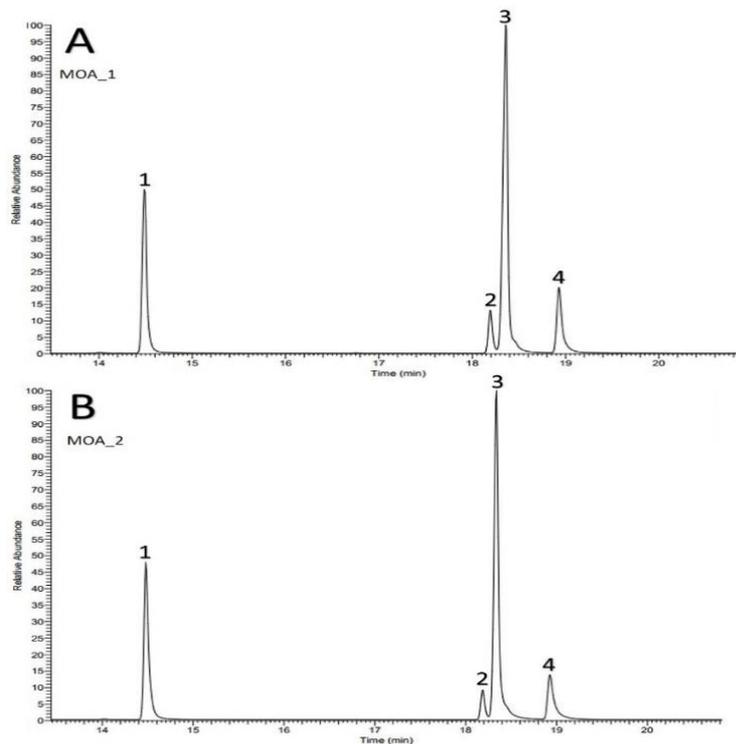


Figura 08. GC–MS cromatogramas de íons totais de A) óleo de andiroba tradicional: 1-ácido palmítico, 2- ácido linoleico, 3- ácido oleico, 4- ácido esteárico; B) Óleo comercial de andiroba Canto da Luz®: 1- Ácido palmítico, 2- Ácido linoleico, 3- Ácido oleico, 4- Ácido esteárico.

Bataglioni et al. (2014) e Dos Reis et al. (2021) corroboram com estes resultados ao realizarem análises em GC-MS em óleo de andiroba adquirido no mercado de Manaus e com óleo extraído de sementes coletadas em campo respectivamente, e também identificaram Ácido Palmítico, Ácido Linoleico, Ácido Oleico e Ácido Esteárico com padrões semelhantes aos encontrados por esta análise. Não foi encontrada diferenças significativas entre o óleo comercial Canto da Luz® e o óleo extraído de maneira tradicional, e quando comparado com a literatura os resultados seguem os mesmos padrões, não havendo, portanto, indícios de contaminação ou adulteração desse óleo de andiroba comercial.

4.3.1 Teste Piloto dos Extratos Aquosos de Timbós (*D. amazonica* e *D. rariflora*) e Inseticida Comercial

O extrato aquoso das raízes de *D. amazonica* coletadas na comunidade de Nossa Senhora do Livramento apresentou a maior mortalidade entre os timbós testados, alcançando

mais de 60% de eficácia e diferindo estatisticamente dos demais tratamentos sendo ainda superior ao inseticida comercial (Tabela 04).

Tabela 04. Média (\pm EP) de mortalidade dos extratos aquosos de timbó a 5% em comparação com o inseticida comercial sobre *B. tabaci*.

Estruturas/Espécies	Mortalidade (%)
T3 – Timbó N.S. Livramento (<i>D. amazonica</i>) 5%	61,42 \pm 0,83 a
T4 – Timbó Fazenda UFAM (<i>D. rariflora</i>) 5%	44,85 \pm 0,81 b
T2 - Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,90 b
T5 – Timbó UFAM Campus Setor Sul (<i>D. rariflora</i>) 5%	30,95 \pm 0,63 c
T1 (Testemunha) - Água Destilada	5,26 \pm 0,97 d

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Diversos autores atestam os efeitos inseticida do extrato de várias espécies botânicas (LIMA et al., 2013; BALDIN et al., 2015; ROCHA; SUJII, 2019), mas é preciso sempre levar em consideração fatores como a concentração do extrato, a suscetibilidade da espécie praga a uma determinada substância e o tipo de processo adotado para o preparo dos extratos, que pode influenciar na extração das substâncias ativas.

Extratos aquosos de timbós das espécies *Deguelia nitidula* (Sinônimo de *Derris floribunda*) (CAMARGO; TOZZI, 2015) e *D. rariflora* testados por Pena (2012) apresentaram atividade ninficida contra outro inseto da família Aleyrodidae, a mosca-negra dos citros (*A. woglumi*) alcançando mortalidades de 87,29% e 82,60% respectivamente. Contudo, o pó das raízes dessas espécies permaneceu mais de 90 h sob maceração em água em contraste com as 24 h utilizadas neste trabalho, o que pode ter possibilitado uma maior extração de substâncias secundárias hidrossolúveis com efeito inseticida.

Contra o pulgão-preto-dos-citros (*A. citricidus*), Corrêa (2006) verificou que alcançou 76,4% de mortalidade utilizando o extrato aquoso de *Deguelia nitidula* (basiônimo de *Lonchocarpus nitidulus* e heterotípico de *Lonchocarpus floribundus*) (CAMARGO; TOZZI, 2020) com o diferencial de utilizar o sistema soxleth (extração a quente) na preparação dos extratos.

Alécio et al. (2010) testaram o extrato das raízes de *D. amazonica* também a 5% e obtiveram 85% de mortalidade sobre a vaquinha (*C. arcuatus*), utilizando álcool etílico e

sistema Soxhlet, o que reforça que fatores já citados inicialmente podem influenciar o potencial do efeito do extrato sobre determinado inseto, e que as extrações com solventes diferentes podem resultar em respostas diferentes. Estes resultados reforçam o potencial tóxico que as espécies de timbó possuem, com destaque para *D. amazonica* coletada na Comunidade Nossa senhora do Livramento, que em seu extrato aquoso teve desempenho satisfatório, sendo esta a espécie selecionada para as próximas etapas.

4.3.2 CL₅₀ Extrato Aquoso do Timbó, *Deguelia amazonica*

A menor concentração do extrato aquoso (1%) apresentou 30% de mortalidade sobre as ninfas, enquanto a maior concentração (5%) alcançou mais de 65%. As taxas de mortalidade aumentaram conforme o aumento da concentração. No entanto os maiores incrementos aconteceram nas primeiras concentrações, onde o valor da mortalidade aumentou em aproximadamente 42% quando a concentração passou de 1% para 2%. A partir de 3% o incremento na mortalidade foi baixo, com os resultados não diferindo estatisticamente entre si. A CL₅₀ calculada foi de 2,1% (Tabela 05).

Tabela 05. Médias (\pm EP) de mortalidade (%) de *B. tabaci* e CL₅₀ com o uso de extrato aquoso da raiz de *Deguelia amazonica*.

Concentrações	Mortalidade (%)
Água destilada	4,02 \pm 2,63 c
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (1%)	30,29 \pm 10,13 b
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (2%)	52,31 \pm 8,65 ab
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (3%)	61,13 \pm 4,66 a
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (4%)	62,52 \pm 2,31 a
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (5%)	65,59 \pm 4,40 a
CL₅₀ = 2,120	
(IC (97,5%) = 1,494 – 2,746)	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade, em cada planta analisada separadamente
IC=Intervalo de Confiança

Os valores observados neste trabalho foram inferiores aos obtidos por Pena (2012), ressaltando que foram utilizados extratos aquosos de *D. floribunda* e *D. rariflora*, alcançando valores de 87,29% e 82,60% de mortalidade, respectivamente, sobre ninfas de *A. woglumi*, cujo material vegetal foi macerado em água destilada por 96 h, enquanto neste trabalho foram apenas 24 h. Essa distinção entre os resultados da bioatividade dos extratos de *Deguelia* spp pode estar relacionada ao tempo de maceração, resultando em maior extração de substâncias bioativas com elevada toxicidade sobre as ninfas.

Nos estudos realizados por Corrêa (2006) o extrato aquoso de *D. floribunda* alcançou 76,4% de mortalidade sobre *A. citricidus*, ao utilizar o extrato aquoso obtido por sistema soxleth, que trabalha com refluxo de solvente a quente. O tipo de sistema utilizado no preparo desses extratos pode ter influenciado na eficiência da extração de substâncias bioativas e apresentado um maior efeito tóxico sobre essa espécie.

Dessa forma, notam-se indícios significativos de que o extrato de timbó utilizado neste trabalho poderia tornar-se ainda mais potente dependendo da utilização de sistemas mais adequados de extração de substâncias. É preciso ressaltar que a metodologia aplicada neste trabalho também visa o uso de técnicas mais simples que possam ser executadas em condições mais acessíveis à realidade social e econômica dos produtores rurais, principalmente os da agricultura familiar e orgânica, sendo os resultados obtidos considerados como promissores para o controle da mosca-branca.

4.3.3 Modos de Ação do Extrato Aquoso do Timbó, *D. amazonica*

4.3.3.1 Efeito dos Modos de Ação do Extrato Aquoso do Timbó (Tópico, Translaminar e Sistêmico)

A Tabela 06 apresenta os resultados individuais de cada modo de ação em comparação com as testemunhas água destilada (tópica) e o inseticida comercial sistêmico (testemunha críptica). No modo de ação tópica a mortalidade ninfa do extrato de timbó diferiu estatisticamente de ambas as testemunhas, obtendo um resultado superior ao inseticida comercial (aumento de aproximadamente 29%).

Na avaliação do modo de ação sistêmica não houve diferença estatística na mortalidade ninfal, entre o extrato aquoso de timbó e o inseticida comercial sistêmico, denotando provável ocorrência de ação sistêmica do timbó, o que é muito positivo para um extrato aquoso.

Bioensaios complementares para validar essa hipótese serão necessários. No modo de ação via translaminar, o resultado do extrato de timbó foi muito inferior em comparação ao inseticida comercial, não diferindo estatisticamente da água destilada.

Tabela 06. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação utilizando o extrato aquoso de *D. amazonica* (timbó) em comparação com o inseticida comercial sistêmico.

Modos de Ação/Extratos	Mortalidade (%)
Ação Tópica	
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (2,12%)	60,34 \pm 0,57 a
Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,90 b
Água Destilada	5,26 \pm 0,24 c
Ação Translaminar	
Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,90 a
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (2,12%)	6,06 \pm 0,26 b
Água Destilada	5,26 \pm 0,24 b
Ação Sistêmica	
Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,90 a
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (2,12%)	40,74 \pm 0,86 a
Água Destilada	5,26 \pm 0,97 b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Vários autores atestam o potencial inseticida da aplicação tópica do extrato aquosos de espécies de timbó. Alécio et al. (2010) obtiveram mais de 85% de mortalidade contra a vaquinha (*C. arcuatus*) utilizando o extrato aquoso de *D. amazonica* na concentração de 5%. Machado et al. (2013) alcançaram mais de 64% de mortalidade contra o carrapato bovino, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) com o extrato aquoso do timbó *D. nitidula* (basiônimo de *Lonchocarpus nitidulus* e heterotípico de *Lonchocarpus floribundus*)

(CAMARGO; TOZZI, 2020). Lorencetti et al. (2015) ao testar produto natural a base de *D. amazonica* por via tópica alcançaram 94,5% de mortalidade sobre o percevejo-do-bronzeado, *Thaumastocoris peregrinus* (Carpinteiro e Dellapé, 2006) (Hemiptera: Thaumastocoridae).

A mortalidade causada pelo extrato da raiz do timbó normalmente é atribuída à presença da rotenona (LOPES et al., 2014). A toxicidade pela ação tópica contra ninfas de *B. tabaci* é muito eficaz devido as mesmas permanecerem imóveis alimentando-se de seiva após o primeiro instar, permanecendo assim até a pupa para a fase adulta, tornando-as alvo fácil desta aplicação.

Esta mesma característica de *B. tabaci* favorece também a ação sistêmica desde que a planta seja capaz de absorver e translocar as substâncias ativas, o que parece ser o caso da couve com o extrato do timbó, cujo resultado não diferenciou estatisticamente do inseticida comercial sistêmico. Segundo Norris (1974) os inseticidas são translocados nas plantas pelos vasos condutores de seiva em direção as raízes via xilema e em direção ao ápice tanto pelo floema quanto pelo xilema, alcançando as folhas onde as ninfas estão se alimentando. Este modo de ação pode inclusive apresentar menor impacto sobre a população de inimigos naturais pois o inseto alvo precisa ingerir a substância ativa (SOUZA; REIS, 2000).

O efeito translaminar do extrato aquoso do timbó foi ínfimo, sequer diferindo estatisticamente do resultado da água destilada. Souza e Vendramim (2005) obtiveram uma mortalidade sobre ninfas de *B. tabaci* de mais de 90% com o extrato aquoso das sementes de nim na concentração de 5% pela via translaminar, mais elevada que a utilizada neste teste, mas com o preparo do extrato muito semelhante, sugerindo que a elevação da concentração poderia aumentar a taxa de mortalidade, porém, com os demais resultados obtidos pelos outros modos de ação sobre *B. tabaci* isto seria pouco eficaz.

Outro fator a se levar em consideração é a forma como estes extratos agem sobre os insetos, pois no caso do nim os efeitos são atribuídos a presença da azadiractina que pode causar efeito deterrente, antiovipositora, reguladora de crescimento, reguladora de fecundidade e redução de aptidão física (BITTENCOUT, 2006), enquanto que a rotenona encontrada no timbó causa mortalidade por meio da inibição da cadeia respiratória mitocondrial (MASCARO et al., 1998).

4.3.3.2 Comparação entre os Modos de Ação do Extrato Aquoso do Timbó, *D. amazonica* (Tópico, Translaminar e Sistêmico)

O mecanismo de ação tópica apresentou o melhor resultado, diferindo estatisticamente dos demais e ficando 32,48% acima do segundo melhor resultado (sistêmico), alcançando um resultado muito positivo e o mais eficiente em relação aos outros métodos (Tabela 07).

Tabela 07. Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação com extrato aquoso *D. amazonica* (timbó) (2,12%).

Modos de Ação	Mortalidade (%)
Ação Tópica	60,34 \pm 0,57 a
Ação Sistêmica	40,74 \pm 0,86 b
Ação Translaminar	6,06 \pm 0,26 c

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Além do ótimo resultado do modo de ação tópica, merece atenção o fato do modo de ação sistêmico também ter apresentado um bom desempenho, por ser um mecanismo em que a planta, fisiologicamente, pode absorver o extrato por diferentes partes vegetativas, incluindo a raiz, como testado neste trabalho, tendo como alvo biológico os insetos fitófagos, com a toxicidade persistindo por um período de tempo variável, a depender da planta, seu estágio de crescimento e a quantidade do produto tóxico aplicado (SIMON-DELSO et al., 2015).

Isto sugere que em campo, na aplicação do extrato de timbó por pulverização, é provável que ninfas ou adultos não atingidos diretamente, possam ser afetados em função da ação sistêmica, elevando a taxa de mortalidade da mosca-branca pelo extrato do timbó, que por ser um inseticida biodegradável natural, apresenta menos persistência e impactos negativos ao meio ambiente, pessoas e organismos benéficos (SHARMA et al., 2011).

4.3.4 Extrato Orgânico do Timbó, *D. amazonica*

4.3.4.1 Rendimento dos Extratos Orgânicos do Timbó

O maior rendimento da extração em *D. amazonica* foi obtido utilizando solvente metanol (MeOH) (9,04%), seguido respectivamente pelos rendimentos com os solventes diclorometano (DCM) e hexano (HEX), observando-se o aumentando dos rendimentos conforme o aumento da polaridade dos solventes (Tabela 08).

Tabela 08. Rendimento dos extratos orgânicos de *D. amazonica*.

Estrutura/Espécie	Rendimentos					
	(HEX)		(DCM)		(MeOH)	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
Raízes de <i>D. amazonica</i>	1,03	2,06	2,47	4,94	2,47	9,04

¹Obtido a partir da quantidade 50 g de extrato bruto.

Pena (2012) obteve o maior rendimento na extração do timbó, *D. nitidula* (*Derris floribunda*), em MeOH alcançando 6,49%, aumentando conforme a polaridade dos solventes, com 1,70% em HEX e 4,09% em DCM, todos acima dos rendimentos obtidos com a extração de *D. amazonica*. Poletto (2011) ao realizar a extração com MeOH de *D. rariflora* obteve rendimentos de 8,2% e 7,7%.

Tais diferenças, no entanto, não significam uma maior facilidade na extração de substâncias com atividade inseticida, porém, caso os extratos apresentem o mesmo efeito sobre o inseto alvo, o rendimento ajudará na seleção do extrato a ser utilizado (SILVA, 2010).

4.3.4.2 Comparação do Efeito Inseticida dos Extratos Orgânicos do Timbó em Diferentes Solventes.

O melhor resultado com o uso dos extratos orgânicos de *D. amazonica* na concentração de 2,12% foi obtido com o extrato hexânico, alcançando uma taxa de mortalidade ninfal de 88,40%, praticamente o dobro do desempenho apresentado pelos extratos em diclorometano e metanol, sendo os resultados destas últimas também considerados promissores (Tabela 09).

Tabela 09. Médias (\pm EP) de mortalidade dos extratos orgânicos das raízes de *D. amazonica* em HEX, DCM e MeOH, na concentração de 2,12% diluídos em Acetona P.A. sobre *B. tabaci*.

Estruturas/Espécies	Mortalidade (%)
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (Hexano)	88,40 \pm 1,47 a
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (Diclorometano)	49,12 \pm 1,33 b
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (Metanol)	41,67 \pm 1,15 c
Acetona P.A.	9,37 \pm 1,12 d

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

A toxicidade dos timbós pode estar relacionada com a composição química dos extratos, a forma de exposição e a espécie do inseto-alvo (ALECIO, 2012). O potencial inseticida do extrato hexânico do timbó *D. floribunda* (Fabaceae) foi verificado por Pena (2012), que alcançou 93,99% de mortalidade contra *A. woglumi* numa concentração de 0,031%. Netto (2016) obteve uma taxa de mortalidade acima de 85% sobre *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1809) (Lepidoptera: Noctuidae) utilizando o extrato da fração hexânica de *Andira paniculata* Benth (Fabaceae) diluída em etanol na concentração de 0,01%.

Os bons desempenhos apresentados pelos extratos hexânicos de espécies da família Fabacea, corroboram com os resultados encontrados neste trabalho, sugerindo uma alta efetividade na extração das substâncias bioativas por este solvente em espécies desta família botânica. De maneira geral a solubilidade das substâncias orgânicas em solventes polares ou apolares está relacionada com a polaridade do soluto e do solvente em questão (MARTINS et al., 2013), além do envolvimento de diversos processos biológicos.

4.3.5 CL₅₀ Extrato Hexânico do Timbó, *D. amazonica*

Para a estimativa da CL₅₀ do extrato de *D. amazonica* foi selecionado o extrato orgânico em HEX, por ter apresentado o melhor resultado anteriormente, sendo diluído no próprio hexano. As concentrações para a determinação da CL₅₀ partiram de 0,1% e foram distribuídas até 1%, tendo em vista o potencial do extrato orgânico do timbó. Jesus et al. (2013) calcularam uma CL₅₀ de 1013,9 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (aproximadamente 0,1%) com o extrato etanólico de *D. amazonica* sobre as ninfas da mosca-branca, já Alécio (2007) estimou uma CL₅₀ de 2,47%

também utilizando o extrato etanólico de *D. amazonica*, no entanto sobre a vaquinha (*C. arcuatus*).

A CL₅₀ para o extrato hexânico testado neste trabalho foi de 1,03% (Tabela 10), sendo mais de 50% menor que a CL₅₀ estimada para o extrato aquoso desta mesma espécie (2,12%), demonstrando que a utilização de solventes orgânicos pode ser mais eficaz na extração de substâncias bioativas, no desempenho de mortalidade e consequentemente do controle, e na eficiência da utilização de matéria prima vegetal.

Tabela 10. Médias (\pm EP) de mortalidade de *B. tabaci* e CL₅₀ com o uso de extrato hexânico da raiz de *D. amazonica* diluído em hexano.

Concentrações	Mortalidade (%)
Hexano	6,01 \pm 0,81 e
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (0,1%)	5,76 \pm 0,66 e
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (0,3%)	16,12 \pm 0,86 d
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (0,5%)	25,44 \pm 0,85 c
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (0,7%)	34,59 \pm 0,98 b
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (1%)	50,88 \pm 0,94 a
CL₅₀ = 1,03	
(IC (90%) = 0,970 – 1,096)	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade, em cada planta analisada separadamente
IC=Intervalo de Confiança

4.3.6 Modos de Ação do Extrato Orgânico do Timbó, *D. amazonica*

4.3.6.1 Efeito dos Modos de Ação do Extrato Orgânico do Timbó (Tópico, Translaminar e Sistêmico)

O extrato hexânico de *D. amazonica* apresentou seu melhor resultado no modo de ação tópica, alcançando mais de 80% de mortalidade (Tabela 11), superando o desempenho do inseticida comercial em aproximadamente 49%. O resultado da ação sistêmica (raiz) também foi muito positivo, próximo dos 70%, superando o desempenho do inseticida comercial em

aproximadamente 38%. Ambos os resultados são considerados de grande potencial para o controle da mosca-branca na perspectiva do uso de extratos botânicos. O modo de ação translaminar apresentou um resultado pouco expressivo, ficando muito abaixo do inseticida comercial (85,80 % menor).

Tabela 11. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação com extrato hexânico de *D. amazonica* (timbó) (1,03%) diluído em hexano em comparação com o inseticida comercial sistêmico.

Modos de Ação/Extratos	Mortalidade (%)
Ação Tópica	
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (1,03%)	83,83 \pm 0,66 a
Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,82 b
Hexano Tópica	9,37 \pm 1,02 c
Ação Translaminar	
Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,82 a
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (1,03%)	6,06 \pm 0,40 b
Hexano Translaminar	2,74 \pm 0,79 c
Ação Sistêmica	
Timbó (<i>D. amazonica</i>) (1,03%)	68,99 \pm 1,50 a
Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,82 b
Hexano Sistêmica	7,30 \pm 1,02 c

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Jesus et al. (2013) ao testarem os modos de ação do extrato orgânico de timbó (*D. amazonica*) sobre mosca-branca relataram a eficácia nos métodos de ação tópica e sistêmica, apresentando taxas de mortalidade superiores a 50% da população. Alécio et al. (2010) em estudos com insetos, obtiveram 100% de mortalidade da população de vaquinhas adultas (*C. arcuatus*) ocasionada pela ingestão de folhas tratadas com extrato de timbó (*D. amazonica*).

O excelente desempenho dos extratos de timbó *D. amazonica* em testes de mortalidade ninfal nesses modos de ação (tópica e sistêmica), pode ser atribuído ao princípio de toxicidade presente nesta espécie botânica. As plantas de timbó contêm rotenona como componente tóxico,

causando essencialmente a morte dos animais por inibir a cadeia respiratória mitocondrial, como demonstrado por Mascaro et al. (1998) que atestaram a alta sensibilidade de peixes ao pó de raízes de *Derris* spp.

Os resultados obtidos pelo método translaminar mostram que os compostos inseticidas do extrato hexânico do timbó *D. amazonica* não foram capazes de superar o tecido foliar na concentração da CL₅₀ de 1,03 %, obtendo exatamente o mesmo resultado que o extrato aquoso aplicado pela mesma via.

Souza e Vendramim (2005) utilizando o extrato aquoso da semente de nim (*A. indica*) sobre ninfas da mosca-branca pela via translaminar na concentração de 1%, repetindo o experimento duas vezes, obtiveram no primeiro, 73,7% e no segundo, 68,4 % de mortalidade populacional, muito superior ao alcançado neste trabalho. Jesus et al. (2013) ao testarem o modo de ação translaminar do extrato orgânico de timbó (*D. amazonica*), registraram taxa superior a 50% de mortalidade da população, ao submeteram as ninfas à concentração de 3.000 µg mL⁻¹ (3%). Os resultados demonstram que a aplicação do extrato hexânico do timbó por via translaminar não é recomendada.

4.3.6.2 Comparação entre os Modos de Ação do Extrato Orgânico do Timbó (Tópico, Translaminar e Sistêmico)

A via de ação tópica do extrato hexânico do timbó apresentou o melhor resultado em relação as demais, ficando 17,58 % acima da via sistêmica, que também alcançou um excelente resultado (Tabela 12).

Tabela 12. Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação com extrato hexânico de *D. amazonica* (timbó) (1,03%).

Modo de Ação	Mortalidade (%)
Ação Tópica	83,83 \pm 0,66 a
Ação Sistêmica	68,99 \pm 1,50 b
Ação Translaminar	6,20 \pm 0,40 c

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

É notório o grande efeito inseticida apresentado pelas vias de ação tópica e sistêmica do extrato hexânico de *D. amazonica*, onde os resultados alcançados nestas vias foram bem superiores as obtidas pelos extratos aquosos, utilizando uma concentração duas vezes menor. Outros autores corroboram com estes resultados, como Netto (2016) que aplicando por via tópica o extrato de outra Fabaceae, *A. paniculata*, na fração hexânica alcançou uma mortalidade de 85% sobre *H. armigera* utilizando uma concentração de 0,01%.

Siqueira et al. (2019) também utilizando o extrato hexânico da Fabaceae *A. paniculata* por via tópica obtiveram 85% de mortalidade sobre *S. zeamais* numa concentração de 0,5% após 72 h da aplicação. O extrato hexânico foi capaz de potencializar o resultado por essas duas vias, mostrando a eficácia em realizar a extração de substâncias secundárias ativas por este solvente apolar.

Normalmente os efeitos apresentados por extratos de timbó são associados ao teor de rotenona, substância de caráter apolar, presente na extração. Contudo ainda há a possibilidade de haver sinergismo como encontrado por Machado et al. (2013) que testaram extratos orgânicos de *D. nitidula* (*Lonchocarpus floribundus*) em acetato de etila e etanol, e registraram 100% de mortalidade e inibição de oviposição sobre *R. microplus* (Carrapato bovino), porém, a rotenona (que possui caráter apolar) não foi identificada como a substância majoritária no extrato com acetato de etila, sugerindo a presença de constituintes químicos que devem atuar em sinergismo com a rotenona, inclusive podendo aumentar seu potencial inseticida.

A rotenona pura também pode não apresentar efeito inseticida como ocorreu com adultos da vaquinha-do-feijoeiro, *Cerotoma arcuata tingomariana* (Bechyné, 1951) (Coleoptera: Chrysomelidae) ou apresentar baixa toxicidade como no caso das lagartas de *S. frugiperda*, porém, espécies de timbó que possuíam maiores teores de rotenona e deguelina apresentaram maior toxicidade sobre esta mesma lagarta, o que pode indicar um potencial efeito sinérgico entre essas substâncias (ALÉCIO, 2012). Apesar da diferença entre os resultados de mortalidade apresentados pelos extratos hexânicos de *D. amazonica*, estes podem ser considerados promissores, sinalizando a possibilidade de outras substâncias além da rotenona apresentarem algum tipo de efeito, havendo a necessidade de mais estudos sobre as substâncias presentes em suas raízes e suas interações.

4.4.1 Teste Piloto dos Extratos Aquosos do Biribá, *Annona mucosa*

Entre os extratos aquosos das partes vegetativas de *A. mucosa* o melhor resultado foi obtido pelo extrato das sementes, superior ao inseticida comercial; no entanto os extratos de folhas e ramos alcançaram resultados muito próximos, com todos os extratos testados de *A. mucosa*, demonstrando o enorme potencial do biribá como inseticida botânico contra *B. tabaci* (Tabela 13).

Tabela 13. Média (\pm EP) de mortalidade dos extratos aquosos de *Annona mucosa* na concentração de 5% em comparação com inseticida comercial sobre *B. tabaci*.

Estruturas/Espécies	Mortalidade (%)
T3 – Semente de Biribá (<i>A. mucosa</i>) 5%	46,30 \pm 0,57 a
T4 – Folhas de Biribá (<i>A. mucosa</i>) 5%	44,50 \pm 0,61 ab
T5 – Ramos de Biribá (<i>A. mucosa</i>) 5%	43,09 \pm 0,73 ab
T2 - Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,90 b
T1 - Água Destilada	5,26 \pm 0,97 c

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Os extratos aquosos (sementes, folhas e ramos) do biribá apresentaram resultados muito positivos no teste piloto contra *B. tabaci*. Pena (2012) no entanto, não obteve resultados tão positivos ao usar extrato de folha de *A. mucosa* (sinônimo de *Rollinia mucosa*) (MENDES-SILVA et al., 2020) sobre a mosca-negra dos citros (*A. woglumi*), onde o extrato foi preparado com 2,46 g do material vegetal macerado em 100 mL de água destilada por 24 h, e alcançou 27,47% de mortalidade, enquanto que o extrato aquoso das sementes de *A. mucosa* alcançou 35,95% de mortalidade, ambas abaixo dos resultados obtidos neste trabalho, mas em concentrações menores, sugerindo a influência dos fatores concentração e suscetibilidade da *B. tabaci* às substâncias presentes em *A. mucosa*.

No trabalho de Pena (2012) o resultado do extrato das sementes também foi maior que o de folhas, onde provavelmente está a maior concentração de substâncias bioativas, apresentando melhores resultados em relação a mosca-branca. Na literatura encontram-se trabalhos que atestam o potencial inseticida das Annonaceae (RIBEIRO et al., 2013; COSTA et al., 2013; KRINSKI et al., 2014), principalmente de suas sementes.

Extratos aquosos de outras partes vegetativas continuam sendo testados, contribuindo com a ampliação das informações sobre seus efeitos inseticidas, como no trabalho de Silva et al. (2015) com extrato aquoso de folhas de *A. squamosa* (fruta-do-conde) a 10% sobre larvas de mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera, Tephritidae) que obteve apenas 18,9% de mortalidade. Couto et al. (2016) testaram extratos aquosos de *Annona coriacea* Mart. (araticum-do-campo) e *Annona crassiflora* Mart. (araticum) a 10%, em 24 h de maceração em água sobre o desenvolvimento de *P. xylostella* em folhas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), e concluiu que os extratos aquosos afetaram negativamente o desenvolvimento desta praga, podendo ser utilizada na redução da sua densidade populacional.

4.4.2 Extrato Aquoso das Sementes do Biribá com armazenamentos diferentes.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos testados (Tabela 14) e após aproximadamente seis meses os resultados obtidos foram próximos ao resultado do extrato aquoso da semente que foi utilizado logo após o processo de secagem e trituração (Tabela 13), demonstrando que as sementes podem ser armazenadas por este tempo sem decréscimo em seus efeitos ativos.

Tabela 14. Médias (\pm EP) de mortalidade dos extratos aquosos das sementes de *A. mucosa*, em diferentes condições de assepsia na concentração de 5% sobre *B. tabaci*.

Estruturas/Espécies	Mortalidade (%)	
T2 – Degustado com assepsia (DCA)	45,20 \pm 2,44	a
T3 - Direto do fruto com assepsia (DFSA)	43,43 \pm 2,28	a
T4 - Direto do fruto sem assepsia (DFCA)	42,60 \pm 2,52	a
T1 - Água Destilada	5,85 \pm 0,59	c

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

O armazenamneto da semente de biribá sem perda significativa no seu efeito inseticida permite o uso do extrato botânico no espaço de tempo entre as frutificações, que normalmente ocorrem entre os meses de novembro a junho (FALCÃO et al., 1981; DUTRA et al., 2012).

Extratos vegetais podem sofrer rápida degradação por luz e/ou calor (POTENZA, 2004) podendo ainda ocorrer um curto período de viabilidade para o extrato aquoso depois de pronto

e não usado, sendo tais limitações conhecidas para o uso desse tipo de extrato. Uma das alternativas é a secagem e trituração da semente para armazenamneto em potes preferencialmente de vidro. No entanto, dependendo das circunstâncias, realizar esse processo pode ser mais complicado e custoso. A possibilidade do armazenamento da semente em geladeira se apresenta como uma boa alternativa para guardar o excedente das sementes, independente da forma de obtenção, até o momento de usar em condições mais favoráveis.

4.4.3 CL₅₀ Extrato Aquoso de sementes do Biribá

A menores concentrações do extrato aquoso de sementes de *A. mucosa* (1% e 2%) não diferiram estatisticamente. As demais concentrações tiveram aumentos significativos, sendo a maior diferença a de 4% para 5%, com um aumento de 26,6%. A CL₅₀ calculada foi de 4,95% (Tabela 15).

Tabela 15. Médias (\pm EP) de mortalidade de *B. tabaci* e CL₅₀ com o uso de extratos aquosos das sementes de *Annona mucosa*.

Concentrações	Mortalidade (%)
Água destilada	3,22 \pm 1,32 e
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (1%)	33,28 \pm 1,07 d
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (2%)	34,73 \pm 0,46 d
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (3%)	39,14 \pm 0,49 c
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (4%)	44,50 \pm 0,43 b
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (5%)	56,34 \pm 1,01 a
CL₅₀ = 4,95	
(IC (97,5%) = 3,88 – 5,99)	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade, em cada planta analisada separadamente
IC=Intervalo de Confiança

Outros autores testaram o efeito do extrato aquoso das sementes de espécies da família Annonaceae contra pragas agrícolas visando uma estimativa CL₅₀. Maciel (2014), encontrou

uma CL₅₀ de 13% para o extrato aquoso da semente de *A. muricata* (graviola) contra fêmeas de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) (ácaro-rajado), utilizando as concentrações 10, 15, 20, 25, 30 e 35% (m/v), sendo avaliadas 72 horas após a aplicação, sendo esta CL₅₀ bem maior que a encontrada neste trabalho. Por outro lado, Leatemia e Isman (2008), encontraram uma CL₅₀ de 2% com o extrato aquoso da semente de *A. squamosa* (fruta do conde ou ata) contra larvas do 4º Instar de *P. xylostella*, utilizando concentrações entre 2,5% e 40% (m/v), onde as folhas de repolho foram imersas no extrato antes do contato com as larvas.

Resultado similar foi encontrado por Trindade et al. (2018), que encontraram uma CL₅₀ de 2,33% para extrato aquoso das sementes de *A. muricata* também contra *P. xylostella*, utilizando discos de folhas de couve tratados com o extrato aquoso, que foi preparado utilizando 1,0 kg do pó da semente, sendo extraído com 2L de água em percolador por 48 h e diluído nas concentrações de 1,25%, 2,5%, 0,5%, 10,0% e 20,0% (m/v), sendo avaliadas após 72 horas.

A suscetibilidade das pragas às substâncias bioativas presentes no extrato aquoso pode ajudar a explicar estes resultados, pois as concentrações encontradas contra *P. xylostella* ficaram próximas a 2%, enquanto contra *B. tabaci* e *T. urticae* foram maiores, 4,95% e 13%, respectivamente; onde ressalta-se que estas pragas são consideradas de fácil adaptação e desenvolvimento de resistência à diferentes substâncias bioativas, devido ao seu elevado potencial reprodutivo e curto ciclo de vida (STUMPF; NAUEN, 2001; SATO et al., 2009; LOURENÇÃO et al. 2015; WILLIS, 2017).

4.4.4 Modos de Ação do Extrato Aquoso do Biribá

4.4.4.1 Efeito dos Modos de Ação do Extrato Aquoso do Biribá (Tópico, Translaminar e Sistêmico)

No modo de ação tópica apesar da mortalidade alcançada pelo extrato aquoso do biribá ser menor em relação ao inseticida comercial esta ainda pode ser considerada positiva, ambos diferiram estatisticamente da testemunha água destilada. O modo de ação sistêmico obteve um resultado inferior ao inseticida comercial, com quase 23% de mortalidade, mas com potencial para novas metodologias, enquanto o efeito translaminar ficou mais próximo do resultado da água destilada, demonstrando pouco efeito do extrato aquoso por meio desses dois modos de ação (Tabela 16).

Tabela 16. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação com extrato aquoso de *Annona mucosa* (Biribá) em comparação com o inseticida comercial sistêmico.

Modos de Ação/Extrato	Mortalidade (%)
Ação Tópica	
Inseticida Comercial (1g/L)	44,81 \pm 0,93 a
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (4,95%)	41,21 \pm 0,45 b
Água Destilada	4,55 \pm 0,24 c
Ação Translaminar	
Inseticida Comercial (1g/L)	44,81 \pm 0,93 a
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (4,95%)	6,10 \pm 0,52 b
Água Destilada	4,55 \pm 0,24 c
Ação Sistêmica	
Inseticida Comercial (1g/L)	44,81 \pm 0,93 a
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (4,95%)	22,94 \pm 0,76 b
Água Destilada	4,55 \pm 0,24 c

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Ravaomanarivo et al. (2014) obtiveram resultados por via tópica de 13% de mortalidade contra adultos de *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) (Díptera: culicidae) (pernilongo ou muriçoca) utilizando uma concentração de 5% do extrato aquoso das sementes de *A. squamosa*, e uma mortalidade de 20% contra o mesmo inseto utilizando o extrato aquoso das sementes de *A. muricata*. Ainda no mesmo experimento, testaram os mesmos extratos aquosos de sementes de *A. squamosa* e *A. muricata* contra adultos de *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) (mosquito-tigre-asiático), na concentração de 1% do extrato, alcançando mortalidades de 18 e 24%, alcançando resultados mais positivos em relação a mortalidade de *C. quinquefasciatus* com uma concentração menor. Os resultados encontrados neste trabalho superam os 44% de mortalidade de *B. tabaci* com uma concentração próxima de 5%, demonstrando a diferença de suscetibilidade entre diferentes espécies aos diferentes extratos de anonáceas.

Relatos do efeito tóxico do extrato aquoso de sementes de anonáceas por modos de ação são escassos, a maioria dos trabalhos realizados com solventes orgânicos, devido a grande presença de óleo nas sementes, sendo mais facilmente extraídos por esses solventes para diferentes aplicabilidades como o preparo de biodiesel (SANTOS M. F. et al., 2018; LOPES; FRANÇA, 2021). O extrato aquoso da semente do biribá por via tópica surge como potencial alternativa de controle para a mosca-branca.

4.4.4.2 Comparação entre os Modos de Ação do Extrato Aquoso do Biribá (Tópico, Translaminar e Sistêmico)

O mecanismo de ação tópica foi o melhor entre os três modos de ação, ficando aproximadamente 44% acima do resultado do sistêmico, e mais de 85% maior que o resultado por via de ação translaminar (Tabela 17).

Tabela 17. Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação com extrato aquoso *Annona mucosa* (Biribá).

Modo de Ação	Mortalidade (%)
Ação Tópica	41,21 \pm 0,45 a
Ação Sistêmica	22,94 \pm 0,76 b
Ação Translaminar	6,10 \pm 0,52 c

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Os resultados dos modos de ação sistêmica e principalmente o translaminar são considerados insuficientes para uma possível recomendação no controle da mosca-branca, tendo em vista a oleosidade presente nas sementes. Esses modos de ação podem ser pouco eficazes devido a dificuldade da solubilização dessa oleosidade, dificultando a absorção da planta e conseqüentemente o transporte de substâncias bioativas por estas vias.

No entanto, o resultado da ação tópica apresenta potencial ninficida como alternativa de controle, demonstrando que substâncias bioativas extraídas por esse método podem ser eficazes quando entram em contato com o alvo, como nos resultados positivos de mortalidade obtidos por Alves et al. (2021) contra *Cryptotermes brevis* (Walker, 1853) (Blattodea: Kalotermitidae)

(cupim-de-madeira-seca) com extratos aquosos de sementes, folhas e casca de *A. squamosa* por via tópica.

4.4.5 Extrato Orgânico do Biribá

4.4.5.1 Rendimento dos Extratos Orgânicos do Biribá

O maior rendimento da extração em *A. mucosa* foi obtido com o emprego do solvente hexano (HEX) (35,58%), seguido do metanol (MeOH) e do diclorometano (DCM). A extração com hexano foi muito superior aos demais, apresentando aspecto oleoso que se mantém líquido em temperatura elevada, mas se torna pastoso em temperatura ambiente (Tabela 18).

Tabela 18. Rendimento dos extratos orgânicos de *A. mucosa*.

Estrutura/Espécie	Rendimentos					
	(HEX)		(DCM)		(MeOH)	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
Sementes de <i>A. mucosa</i>	35,58	22,37	4,39	2,76	5,76	3,62

¹Obtido a partir da quantidade 159 g de extrato bruto.

Ribeiro et al. (2010) utilizando as sementes de *A. mucosa* obtiveram um rendimento 9,84% com a extração em hexano, 5,20% na extração com diclorometano e 1,95% com a extração com etanol, realizada por maceração via ordem crescente de polaridade (hexano-diclorometano-etanol) até a exaustão, e levado ao roetaevaporador a 40° C. Adotando o mesmo método, mas com sementes de *A. muricata*, Lima (2021) também teve a maior porcentagem de extração com o extrato hexânico (10,6%) em comparação com outros solventes de maior polaridade (Acetona e Etanol). Estes resultados corroboram com os encontrados neste trabalho, onde os extratos com menores polaridades foram mais eficientes na extração. Porém o método empregado neste trabalho com o sonicador (utilizado para homogeneização de amostras) foi mais eficiente na extração com o Hexano, e isso é de crucial importância dependendo do impacto sobre a mortalidade desses extratos.

4.4.5.2 Efeito Inseticida dos Extratos Orgânicos do Biribá

O melhor resultado com o uso dos extratos orgânicos de *A. mucosa* na concentração de 4,95% foi obtido com o extrato hexânico, com mais de 66% de mortalidade, seguidos respectivamente pelo extrato diclorometânico e metanólico (Tabela 19).

Tabela 19. Médias (\pm EP) de mortalidade dos extratos orgânicos das sementes de *A. mucosa* em HEX, DCM e MeOH, na concentração de 4,95% diluídos em Acetona P.A. sobre *B. tabaci*.

Espécies/Solventes	Mortalidade (%)
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (Hexano)	66,55 \pm 2,327 a
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (Diclorometano)	63,43 \pm 3,304 ab
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (Metanol)	56,24 \pm 0,849 b
Hexano	6,26 \pm 1,51 c

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Outros autores também obtiveram resultados similares em relação a mortalidade e a polaridade do solvente. Lima (2017) testou a mortalidade dos extratos orgânicos de sementes de *A. mucosa* sobre *S. zeamais* (gorgulho-do-milho), em superfície contaminada e por ingestão, usando os solventes hexano, acetona e etanol. Na concentração de 0,5% o extrato hexânico (menos polar) obteve o melhor resultado nos dois tipos de aplicação (50 e 100%, respectivamente), mas com bons resultados para os outros solventes no teste por ingestão. Santos (2016) teve uma maior eficiência de mortalidade contra *Aphis gossypii* (Glover, 1877) (Hemiptera: Aphididae) (pulgão-do-algodoeiro) usando o extrato hexânico das sementes de *A. muricata* (graviola) e *A. squamosa* (Pinha, Fruta-do-conde ou Ata) em relação ao extrato etanólico (mais polar), mas com resultados também considerados positivos deste último

Os três resultados encontrados nesse teste são considerados positivos, sendo recomendado mais estudos sobre seus efeitos. Ressalva-se que nesta pesquisa apenas o melhor foi selecionado para a estimativa CL_{50} , e, apesar do extrato hexânico e diclorometânico terem obtido resultados muito próximos, optou-se pelo que teve melhor rendimento nas extrações, ou seja, o hexânico.

4.4.6 CL₅₀ Extrato Hexânico do Biribá

O extrato hexânico de *A. mucosa* foi o escolhido para o experimento da CL₅₀ devido ao seu rendimento e bom desempenho na mortalidade das ninfas da mosca-branca. O maior aumento ocorreu da concentração de 0,1% para 0,3% (aumento de aproximadamente 70%). A CL₅₀ estimada foi de 1,30% e foi adotada para os demais testes (Tabela 20).

Tabela 20. Médias (\pm EP) de mortalidade de *B. tabaci* e CL₅₀ com o uso de extrato hexânico diluído em Hexano de raízes de *Anona mucosa*.

Concentrações	Mortalidade (%)
Hexano	6,01 \pm 0,81 e
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (0,1%)	3,54 \pm 0,78 e
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (0,3%)	12,18 \pm 1,19 d
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (0,5%)	23,33 \pm 1,10 c
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (0,7%)	31,87 \pm 0,99 b
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (1%)	40,93 \pm 0,70 a
CL₅₀ = 1,30	
(IC (97,5%) = 1,20 – 1,39)	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade, em cada planta analisada separadamente
IC=Intervalo de Confiança

Santos L. et al. (2018) obtiveram uma CL₅₀ de 0,42% usando o extrato hexânico das sementes de *A. muricata* e 0,47% para o extrato hexânico das sementes de *A. squamosa* em *A. gossypii* (pulgão-do-algodoeiro). Maciel (2018) testou o extrato hexânico da semente de *A. squamosa* em *T. urticae* obtendo uma CL₅₀ de 1,41%. Llanos et al. (2008) encontraram uma CL₅₀ de 9,32% do extrato aquoso das sementes de *A. muricata* (graviola) por maceração a frio contra *S. zeamais*. Existe grande variação de resultados de CL₅₀ para a mesma espécie de annonaceae contra espécies de pragas diferentes, demonstrando como a suscetibilidade do alvo as substâncias bioativas influencia no resultado, de modo que o resultado estimado neste trabalho foi mais próximo ao encontrado por Maciel (2018).

4.4.7 Modos de Ação do Extrato Orgânico do Biribá

4.4.7.1 Efeito dos Modos de Ação do Extrato Orgânico do Biribá (Tópico, Translaminar e Sistêmico)

O extrato hexânico de *A. mucosa* apresentou seu melhor resultado no modo de ação tópica, alcançando mais de 80% de mortalidade (Tabela 21), superando o desempenho do inseticida comercial em aproximadamente 46%. O resultado do modo de ação sistêmica com o extrato orgânico também obteve um desempenho positivo em relação ao inseticida comercial, com ambos não diferindo estatisticamente. O modo de ação translaminar foi superior ao resultado da testemunha hexano, mas com baixo desempenho em comparação ao inseticida comercial (70,34 % menor).

Tabela 21. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação com extrato hexânico de *Annona mucosa* (biribá) (1,3%) diluído em Hexano em comparação com o inseticida comercial sistêmico.

Modo de Ação/Extrato	Mortalidade (%)
Ação Tópica	
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (1,3%)	83,55 \pm 1,04 a
Inseticida Comercial (1g/L)	44,81 \pm 0,93 b
Hexano	8,90 \pm 1,44 c
Ação Translaminar	
Inseticida Comercial (1g/L)	44,81 \pm 0,93 a
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (1,3%)	13,29 \pm 1,57 b
Hexano	3,70 \pm 0,41 c
Ação Sistêmica	
Biribá (<i>A. mucosa</i>) (1,3%)	49,43 \pm 1,26 a
Inseticida Comercial (1g/L)	44,81 \pm 0,93 a
Hexano	6,11 \pm 0,83 b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Estes resultados são parecidos com os alcançados por outros autores por via tópica. Llanos et al. (2008) alcançaram em seus testes uma mortalidade de 50% contra *S. zeamais* utilizando o extrato hexânico das sementes de *A. muricata* na concentração de 1%. Vet al e Pardesh (2019) alcançaram uma mortalidade de 40% contra *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae) (Curuquerê Oriental), praga do tabaco e do algodão, utilizando o extrato hexânico da semente de *A. squamosa* por via tópica. Estes resultados com concentrações próximas a 1% utilizando o mesmo tipo de extração com o hexano com espécies diferentes de anonáceas, demonstram a eficácia da extração de substâncias bioativas com esse solvente para espécies dessa família botânica.

Com formulação emulsionável do extrato etanólico da semente de *A. muricata*, Santos (2021) testou a aplicação por via sistêmica e translaminar contra *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) (cochonilha-farinhenta), onde não foi detectado efeito translaminar, pois a aplicação não causou mortalidade contra o inseto por esta aplicação, corroborando com os resultados deste trabalho.

O efeito sistêmico testado por Santos (2021) apresentou taxas de mortalidade que variaram entre 20 a 100% dependendo da concentração, no entanto, foram concentrações muito mais elevadas do que as utilizadas neste trabalho, alcançando uma mortalidade próxima a 60% contra as ninfas com uma concentração de 10%, o que exigiu uma concentração de 20% para alcançar um resultado aproximado em adultos de *P. citri*. Estes resultados convergem com os obtidos neste trabalho, com 1,3% e aproximadamente 50% de mortalidade.

Determinados tipos de formulação vão permitir o uso de maiores concentrações de um produto sem prejuízos a planta, como no caso das nanoemulsões, no entanto quanto maior a concentração necessária, maior o custo do produto para a formulação e a aplicação.

4.4.7.2 Comparação entre os Modos de Ação do Extrato Orgânico do Biribá (Tópico, Translaminar e Sistêmico)

A via de ação tópica do extrato hexânico do biribá apresentou o melhor resultado em relação as demais, ficando 40,83 % acima da via sistêmica, que também alcançou um resultado positivo (Tabela 22). O resultado da via translaminar ficou bem abaixo do desempenho dos outros modos de ação.

Tabela 22. Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação com extrato orgânico *Annona mucosa* (biribá) (1,3%).

Modo de Ação	Mortalidade (%)
Ação Tópica	83,55 \pm 1,04 a
Ação Sistêmica	49,43 \pm 1,26 b
Ação Translaminar	13,29 \pm 1,57 c

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey.

A eficiência da aplicação tópica de extratos orgânicos de anonáceas também foi detetada por outros autores. Lalnos et al. (2008) obtiveram uma maior atividade inseticida pela ação tópica do que pela ingestão do extrato hexânico de sementes de *A. muricata* sobre *S. zeamais*. Seffrin et al. (2010) relataram o efeito tóxico dos extratos metanólicos das sementes de *A. squamosa* e *Annona atemoya* contra *T. ni* (lagarta-medea-palmo) por ingestão e aplicação tópica, no entanto o extrato de *A. atemoya* foi mais eficiente por aplicação tópica. Paz et al. (2018) ao comparar o desempenho do efeito inseticida do extrato hexânico das sementes de *A. muricata* contra *B. brassicae* (pulgão da couve) conseguiu resultados satisfatórios em comparação com o inseticida comercial tanto por via tópica quanto por ingestão, com a avaliação nas primeiras 24 h sendo mais positivas pela via tópica.

Estes trabalhos ajudam a corroborar com resultados de alta eficiência proporcionada pela aplicação tópica, como encontrado neste trabalho, com destaque para o extrato hexânico das sementes do biribá, de grande potencial para o controle de *B. tabaci*.

4.5.1 Teste Piloto do óleo de andiroba, *Carapa guianensis*

Na concentração de 1% os óleos tradicionais (Sítio Vô Agenor e Sítio Amaral) causaram queimaduras severas nas folhas, impossibilitando qualquer tipo de avaliação, no entanto, o óleo comercial não provocou nenhuma injúria e causou uma mortalidade considerada promissora. O resultado não diferiu estatisticamente do produto comercial registrado para o controle da praga, sendo ambos diferindo estatisticamente da testemunha Acetona P.A. (Tabela 23), sendo este o óleo utilizado nos testes subsequentes.

Tabela 23. Média (\pm EP) de mortalidade do óleo de andiroba a 1% em comparação com inseticida comercial sobre *B. tabaci*.

Estruturas/Espécies	Mortalidade (%)
T2 - Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,64 a
T5 - Andiroba comercial (<i>C. guianensis</i>) 1%	41,61 \pm 1,09 a
T1 – Hexano	11,49 \pm 0,64 b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Diversos autores corroboram com este resultado ao relatarem o potencial inseticida do óleo de andiroba em outras pragas. Prophiro et al. (2012) relataram o efeito larvicida de *C. guianensis* em o *A. aegypti* (mosquito-da-dengue). Lima et al. (2015) constataram o poder inseticida do óleo de andiroba em *T. molitor*.

Santos et al. (2016) obtiveram resultados satisfatórios (*in vitro*) ao testar diversas concentrações do óleo de *C. guianenses* sobre lagartas de 3º instar de *S. frugiperda*, obtendo 97,50% de mortalidade usando a concentração de 100% em papel filtro embebido em óleo, colocadas em placas de Petri contendo um inseto em cada. Farias et al. (2017) testaram diferentes concentrações do óleo de *C. guianensis* em *Damalinia caprae* (Gurlt, 1843) (Mallophaga: Trichodectidae) (piolho-picador-caprino) e ebteram resultados muito positivos na mortalidade deste inseto. Os resultados obtidos neste teste demonstram o potencial do óleo de andiroba para o controle da mosca-branca.

4.5.2 CL₅₀ do Óleo de Andiroba

Estatisticamente as medias não foram consideradas diferentes pelo teste F. (Tabela 24). O maior aumento ocorreu da concentração de 1,25% para 1,5%, com aproximadamente 18% de aumento. A CL₅₀ estimada foi de 1,77%.

Tabela 24. Médias (\pm EP) de mortalidade de *B. tabaci* e CL_{50} com o uso de óleo de andiroba (*Carapa guianensis*) diluídas em HEX.

Concentrações	Mortalidade (%)
Hexano	6,26 \pm 1,51 b
Andiroba (<i>C. guianensis</i>) (0,5%)	22,23 \pm 6,64 a
Andiroba (<i>C. guianensis</i>) (0,75%)	28,83 \pm 6,53 a
Andiroba (<i>C. guianensis</i>) (0,1%)	33,14 \pm 7,38 a
Andiroba (<i>C. guianensis</i>) (1,25%)	39,40 \pm 14,27 a
Andiroba (<i>C. guianensis</i>) (1,5%)	48,09 \pm 5,95 a
$CL_{50} = 1,77$	
(IC (97,5%) = 0,703 – 2,838)	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade, em cada planta analisada separadamente
IC=Intervalo de Confiança

Prophiro et al. (2012) obtiveram uma CL_{50} de 0,013 % com o óleo de *C. guianensis* sobre larvas de *A. aegypti*, ressaltando que este resultado foi obtido em laboratório com câmara de controle acurado de temperatura e umidade (25°C e Umidade Relativa de 80%). Parreira (2014) encontrou uma CL_{50} de 1,6% em ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) (lagarta-da-soja).

As taxas de mortalidades obtidas com o óleo de andiroba apresentaram valores inferiores aos alcançados por Oliveira, M. (2018), onde a aplicação do óleo na concentração de 1,5% atingiu 68,34% de mortalidade, seguida pela concentração de 1% com 67,91%. Ambas utilizando acetona P.A. como solvente. Neste trabalho as mortalidades alcançadas com as mesmas concentrações foram de 48,09% e 33,14% (1,5% e 1%, respectivamente). As diferenças podem estar relacionadas a utilização do hexano como solvente.

As diferentes condições experimentais relacionadas a diferença de suscetibilidade das pragas ao óleo podem ter influenciado na diferença entre os resultados, pois a mosca-branca já demonstrou uma grande resistência a uma variada diversidade de produtos (LOURENÇÃO et al., 2015).

4.5.3 Modos de Ação de Óleo de Andiroba

4.5.3.1 Efeito dos Modos de Ação do Óleo de Andiroba (Tópico, Translaminar e Sistêmico)

O resultado por via tópica do óleo de andiroba foi o único entre os modos de ação testados que apresentou desempenho superior ao inseticida comercial, ficando aproximadamente 44% acima do valor do inseticida químico, sendo este um resultado considerado muito positivo. Os demais foram superiores ao hexano, mas ficando muito abaixo do resultado do inseticida comercial, com a via sistêmica não diferindo da testemunha hexano (Tabela 25).

Tabela 25. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação com extrato hexânico de *C. guianensis* (Andiroba) (1,77%) diluído em hexano em comparação com o inseticida comercial sistêmico.

Modo de Ação/Extrato	Mortalidade (%)
Ação Tópica	
Andiroba (<i>C. guianensis</i>) (1,77%)	77,72 \pm 3,73 a
Inseticida Comercial (1g/L)	43,29 \pm 1,48 b
Hexano Tópica	10,19 \pm 1,17 c
Ação Translaminar	
Inseticida Comercial (1g/L)	43,29 \pm 1,48 a
Andiroba (<i>C. guianensis</i>) (1,77%)	11,87 \pm 1,00 b
Hexano Translaminar	2,89 \pm 1,06 c
Ação Sistêmica	
Inseticida Comercial (1g/L)	43,29 \pm 1,48 a
Andiroba (<i>C. guianensis</i>) (1,77%)	10,90 \pm 1,27 b
Hexano Sistêmica	7,91 \pm 1,29 b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

O efeito por via tópica é mais frequente na literatura. Klauck et al. (2014) testaram o efeito inseticida do óleo de *C. guianensis* por via tópica em adultos de *Musca domestica* (L., 1758) (Diptera: Muscidae) nas concentrações de 1% e 5%, alcançando mortalidades de 40% e

80%, respectivamente. Lima et al. (2015) utilizando o óleo de andiroba por via tópica em *T. molitor* alcançaram 90% de mortalidade no 5º dia usando a concentração de 1%, e 100% de mortalidade a partir do segundo dia utilizando 10% de concentração, usando sabão líquido na diluição.

Farias et al. (2017) testaram o efeito inseticida por via tópica do óleo de *C. guianensis* em diferentes concentrações (variando 2,5% até 100%) utilizando água destilada e tween 80 como dispersante, mergulhando adultos de *D. caprae* (piolho-picador-caprino) em cada uma das concentrações, obtendo 100% de mortalidade em até 6 horas após a aplicação do teste. Estas aplicações normalmente são feitas diretamente sobre o inseto, não trazendo informações da interação extrato-planta, ponto muito importante quando se projeta para uma aplicação em campo. O óleo de andiroba é considerado forte e muito propício à provocação de “queimaduras” no vegetal. O óleo e a concentração utilizada neste teste foram letais apenas para o inseto, sendo este um resultado muito positivo em relação a uma possível recomendação de controle de *B. tabaci*.

4.5.3.2 Comparação entre os Modos de Ação do Óleo de Andiroba (Tópico, Translaminar e Sistêmico)

O resultado por via tópica foi o melhor nos três modos de ação testados, sendo o único com potencial para uma possível recomendação de controle (Tabela 26).

Tabela 26. Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação com extrato orgânico *C. guianensis* (andiroba) (1,3%).

Modo de Ação	Mortalidade (%)
Ação Tópica	77,72 \pm 3,73 a
Ação Translaminar	2,89 \pm 1,00 c
Ação Sistêmica	10,90 \pm 1,27 b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

O óleo fixo da andiroba diluído em hexano não possui propriedades capazes de transpassar a folha ou conseguir ser translocada de maneira eficiente quando absorvida pelas

raízes da couve, diferente de Júnio e Deschamps (2014), que testaram o óleo das sementes de nim diluídas em água e emulsificante, por via translaminar e sistêmica, e obtiveram bons resultados, alcançando 100% de mortalidade por via translaminar nas concentrações de 1, 5 e 10%, e 90% de mortalidade por via sistêmica foliar sobre *T. absoluta* (traça-do-tomateiro) em tomateiro.

A forma de diluição também pode ter afetado nos resultados, pois o hexano volatiliza mais rápido, e o óleo fixo por sua característica viscosa (SOUZA et al., 2018) pode encontrar mais dificuldade em se translocar por essas vias. O óleo fixo diluído em hexano e aplicado por via tópica é promissor como alternativa de controle para a mosca-branca.

4.6 Nanoemulsões do Óleo de Andiroba e de Biribá

4.6.1 Nanoemulsões do Óleo de Andiroba

Os resultados demonstram que a nanoemulsão de *C. guianenses* na concentração de 2% foi promissora no controle das ninfas da mosca-branca. O gráfico 01 (Figura 09) demonstra a superioridade desta concentração em relação a concentração de 1% e ao Tween80. Observa-se também um grande aumento na mortalidade a partir do terceiro dia após a aplicação (72 horas).

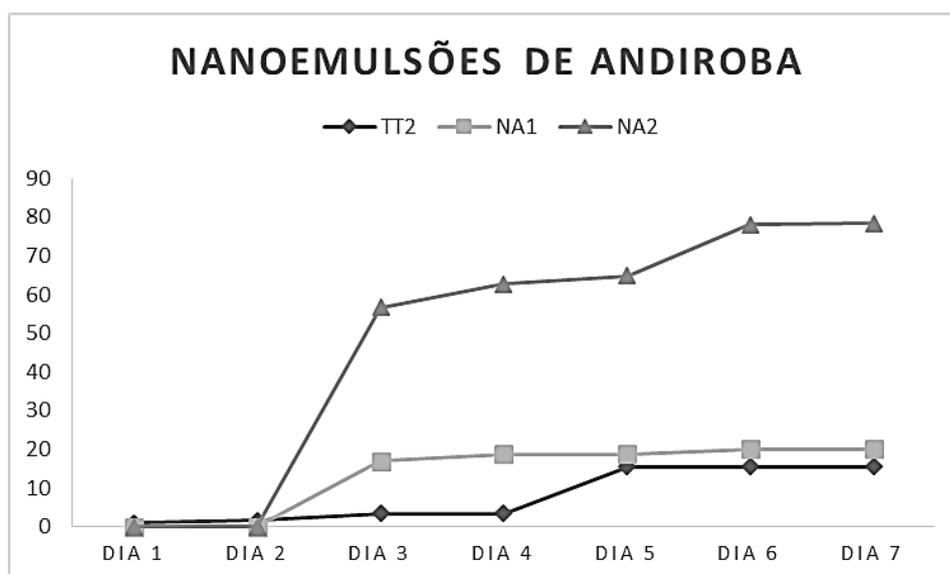


Figura 09. Gráfico 01: Mortalidade em 7 dias das nanoemulsões de *C. guianensis*. TT2: Testemunha Tween80 (2%); NA1: Nanoemulsão de Andiroba (1%); NA2: Nanoemulsão de Andiroba (2%).

O teste de análise de variância (Tabela 27) mostra estatisticamente a superioridade da nanoemulsão de andiroba na concentração de 2%, ficando 74,41% acima da concentração de 1% que não diferiu estatisticamente do Tween80 2%.

Tabela 27. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* com o uso de diferentes concentrações de nanoemulsões do óleo *C. guianensis*.

Estruturas/Espécies	Mortalidade (%)	
Nanoemulsão de Andiroba 2%	78,33 \pm 5,19	a
Nanoemulsão de Andiroba 1%	20,04 \pm 2,54	b
Tween80 2%	15,51 \pm 4,03	b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Formulações utilizando meliaceas corroboram com estes resultados ao apresentarem bons resultados no controle de outros insetos. Anjali et al. (2011) testaram uma formulação com água e Tween20 para nanoemulsão do óleo de *A. indica* (nim) (meliaceae) usando sonicação de alta energia, com diferentes proporções de óleo e surfactante (1:0,30, 1:1,5 e 1:3) em diferentes concentrações em larvas de terceiro instar de *C. quinquefasciatus* (pernilongo). As larvas foram colocadas em béqueres com água onde foram acrescentadas cada tipo de sistema, sendo o melhor resultado obtido na concentração mais alta (0,01%) e na proporção de 1:3 (óleo:surfactante), com 86,56% de mortalidade das larvas. Os resultados obtidos neste trabalho são considerados positivos utilizando o Tween80, que é mais barato que o Tween20 usado por Anjali et al. (2011), deixando este processo menos oneroso em sua composição.

Lemus de la Cruz et al. (2022) testaram a formulação de uma nanoemulsão do óleo essencial de *Cedrela odorata* L. (meliaceae), misturadas com tween80 (surfactante), mas com a adição de SP80 (monooleato de sorbitano) (dispersante), produto oneroso em compração ao Tween80, onde a proporção da mistura foi de 2,5% de óleo, 5% tween80 + span80, e 92,5% de água misturadas com agitação magnética e aquecimento, sendo aplicadas sobre larvas de primeiro ístar de *S. frugiperda* em placas de Petri, nas concentrações de 1,25 e 2,5%. A mortalidade das larvas após 7 dias foi de aproximadamente 45 e 70% para estas respectivas concentrações, sendo seu melhor resultado na concentração mais elevada, ficando abaixo do obtido na concentração de 2% deste trabalho com quase 80% de mortalidade.

A nanoemulsão do nim (*A. indica*) usada como controle positivo na concentração de 2,5%, atingiu cerca de 95% de mortalidade, demonstrando mais uma vez o potencial inseticida de espécies dessa família botânica, por este método de aplicação. Outros materiais podem ser incorporados em testes futuros com o óleo de andiroba, como o Tween20 ou o Span80 visando maior estabilidade e eficiência na emulsão, onde resultados satisfatórios também possam ser alcançados em concentrações menores. Contudo, pela facilidade de obtenção do óleo fixo de andiroba encontrado no mercado regional, a formulação de 2% torna-se uma alternativa promissora visando o controle da mosca-branca.

4.6.2 Nanoemulsões do óleo de Biribá

Os resultados demonstram que as nanoemulsões de *A. mucosa* na concentração de 1 e 2% obtiveram resultados muito positivos no controle das ninfas da mosca-branca. O gráfico 02 (Figura 10), demonstra a superioridade destas concentrações em relação a concentração de 2% do Tween. A mortalidade é observada já nas primeiras 24 horas, mas a elevação mais acentuada é observada no terceiro dia (72 horas após a aplicação).

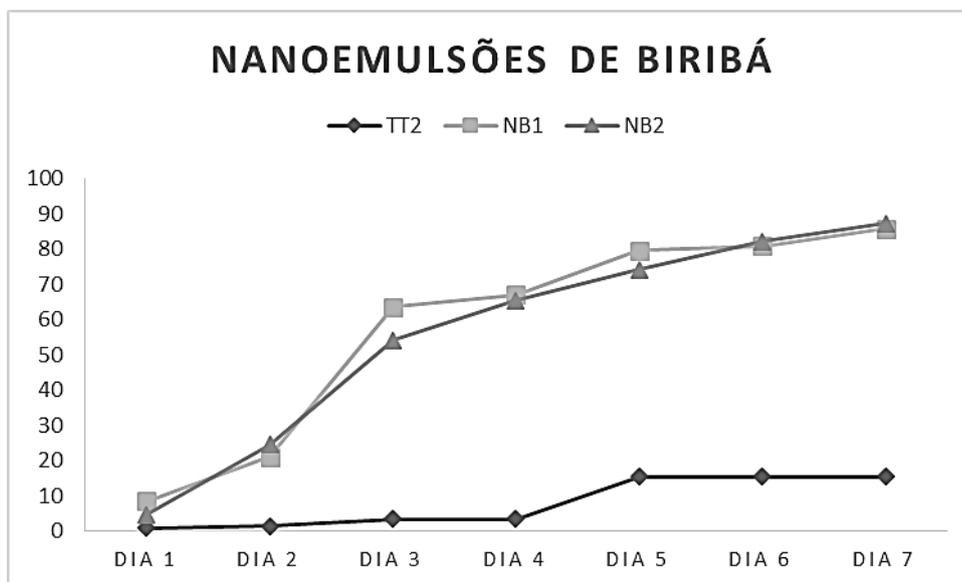


Figura 10. Gráfico 02: Mortalidade de 7 dias de avaliação das nanocapsulas de *A. mucosa*. TT2: Testemunha Tween80 (2%); NB1: Nanoemulsão de Biribá (1%); NB2: Nanoemulsão de Biribá (2%).

O teste de análise de variância (Tabela 28) mostra estatisticamente a superioridade das nanoemulsões de biribá nas concentrações de 1 e 2% em relação ao Tween80 na concentração de 2%.

Tabela 28. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* com o uso de diferentes concentrações de nanoemulsões do óleo *A. mucosa*.

Estruturas/Espécies	Mortalidade (%)	
Nanoemulsão de Biribá (<i>A. mucosa</i>) 2%	87,11 \pm 2,43	a
Nanoemulsão de Biribá (<i>A. mucosa</i>) 1%	85,79 \pm 5,13	a
Tween80 2%	15,51 \pm 4,03	b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Emulsões a base de de óleo das sementes de anonáceas no controle de pragas também são relatados por outros autores. Gomes (2018) preparou uma emulsão para testes em *P. xylostella* com base no extrato hexânico das sementes de *A. squamosa* obtido por maceração a frio do pó vegetal da semente, onde o preparo das emulsões ocorreu utilizando água destilada, Span60 e Tween80, aquecidos separadamente à 60°C por 10 minutos antes da mistura e por mais 15 minutos após ela, sendo agitadas manualmente por 10 minutos em temperatura ambiente, e relatou que a sua aplicação apresentou uma toxicidade promissora sobre a traças-crucíferas, com CL₅₀ de de aproximadamente 0,27%.

Zárate (2018) testou a emulsão do extrato etanólico das sementes de *A. squamosa* também em *P. xylostella*, onde o preparo das emulsões consistiu em combinar as fases aquosa e oleosa após um pré-aquecimento das duas fases a uma temperatura de 60°C, sendo que a fase oleosa recebeu o Span e a fase aquosa o Tween, tendo observado efeito residual ao longo de 20 dias com a CL₅₀ de 0,03%, e uma CL₉₅ de 3,42%.

Estes resultados corroboram com os encontrados neste trabalho, sobre a eficácia do óleo das sementes extraídos por maceração à frio com solventes orgânicos, observando um padrão neste tipo de formulação. É um processo com menos gasto de energia, que mediante técnicas de uso do sonicador essa extração pode ser ainda mais rápida.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram o grande potencial desse tipo de formulação para o controle da mosca-branca.

4.6.3 Comparação entre as nanoemulsões do óleo de Andiroba e de Biribá

O gráfico 03 (Figura 11) apresenta a evolução das mortalidades de todas as formulações nos 7 dias de avaliação. As nanoemulsões do biribá nas concentrações de 1 e 2% e a nanoemulsão de andiroba (2%) foram as que apresentaram os melhores resultados de mortalidade sobre *B. tabaci*.

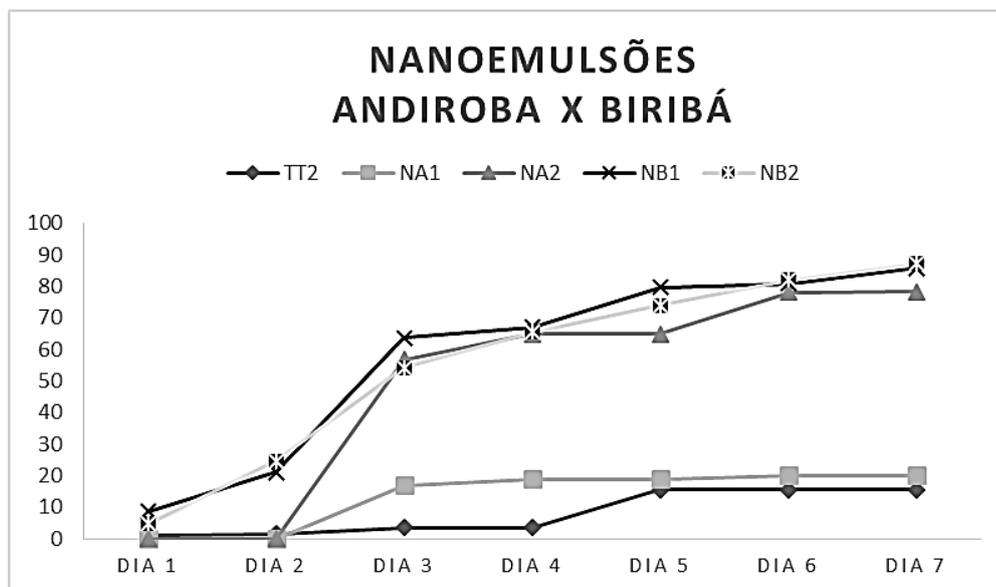


Figura 11. Gráfico03: Mortalidade em 7 dias das noemulsões de *C. guianensis* e *A. mucosa*. TT2: Testemunha Tween80 (2%); NA1: Nanoemulsão de Andiroba (1%); NA2: Nanoemulsão de Andiroba (2%); NB1: Nanoemulsão de Biribá (1%); NB2: Nanoemulsão de Biribá (2%).

Na comparação entre as nanoemulsões pela análise de variância (Tabela 29) as nanoemulsões de biribá 1 e 2% e a nanoemulsão de andiroba 2%, que obtiveram os melhores resultados, não diferiram estatisticamente, sendo todos considerados promissoras no controle das ninfas da mosca-branca.

Tabela 29. Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* com o uso de diferentes concentrações de nanoemulsões do óleo de *C. guianensis* e *A. mucosa*.

Estruturas/Espécies	Mortalidade (%)	
Nanoemulsão de Biribá (<i>A. mucosa</i>) 2%	87,11 \pm 2,43	a
Nanoemulsão de Biribá (<i>A. mucosa</i>) 1%	85,79 \pm 5,13	a
Nanoemulsão de Andiroba (<i>C. guianensis</i>) 2%	78,33 \pm 5,19	a
Nanoemulsão de Andiroba (<i>C. guianensis</i>) 1%	20,04 \pm 2,54	b
Tween80 2%	15,34 \pm 4,03	b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

Trabalhos envolvendo emulsões no controle de pragas vem demonstrando nos últimos anos o potencial de ambas as espécies por este tipo de formulação. Gonçalves et al. (2022) testaram uma emulsão aquosa do extrato etanólico das sementes de *A. mucosa* e *Annona sylvatica* (A. St.-Hil.) Mart. (Araticum-da-mata) em *Duponchelia fovealis* (Zeller, 1847) (Lepidoptera: Crambidae) (lagarta-exótica-do-morangueiro), e obtiveram um resultado mais promissor de CL_{50} com *A. mucosa* (0,7%) do que com *A. sylvatica* (0,9%). Scheunemann et al. (2022) também testaram o efeito positivo de diferentes emulsões de extrato etanólico das sementes de anonáceas (*A. mucosa*, *A. muricata* e *A. sylvatica*) em *Palpita forficifera* (Munroe, 1959) (Lepidoptera: Crambidae) (lagarta-da-oliveira), e obtiveram seus melhores resultados na redução de viabilidade larval, da fecundidade das fêmeas, e na mortalidade das larvas em condições de semi-campo com *A. mucosa*.

Novas alternativas também vêm sendo estudadas com o uso de emulsões, como Sarquis et al. (2020) que testaram emulsões de óleo de *C. guianensis* utilizando a fibroína de seda (proteína insolúvel em água) como alternativa aos tensoativos convencionais, obtendo resultados animadores quando testado em larvas do *A. aegypti*, alcançando CL_{50} de 1,67%.

Tais resultados reforçam o potencial dessas espécies como inseticidas, salientando a grande importância no desenvolvimento de formulações mais adequadas e eficazes em suas aplicações, abrindo diversas possibilidades em pesquisas futuras visando seus preparos, que vão desde o tipo de extração dos óleos das sementes até o tipo de material utilizado na composição das formulações, sempre buscando maior eficiência e eficácia.

4.7 Análises Químicas APCI-MS

4.7.1 Análise APCI-MS do Extrato Orgânico do Biribá

No espectro de massa no modo positivo foram observados diversos íons com picos nas faixas de 247 a 339 m/z, 533 a 640 m/z e de 829 a 886 m/z (Figura 12). Destacam-se por sua intensidade os de m/z 265, 297, 339, 569, 575, 603, 605, 623, 624, 639, 861 e 887.

No modo negativo observam-se picos de íons apenas nas faixas de 255 a 311 m/z, no entanto, podem ser observadas pequenas aglomerações nas faixas de 561 a 637 m/z e de 885 a 917. Destacam-se por sua intensidade os íons de m/z 255, 279, 281, 282, 295 e 621 (Figura 12).

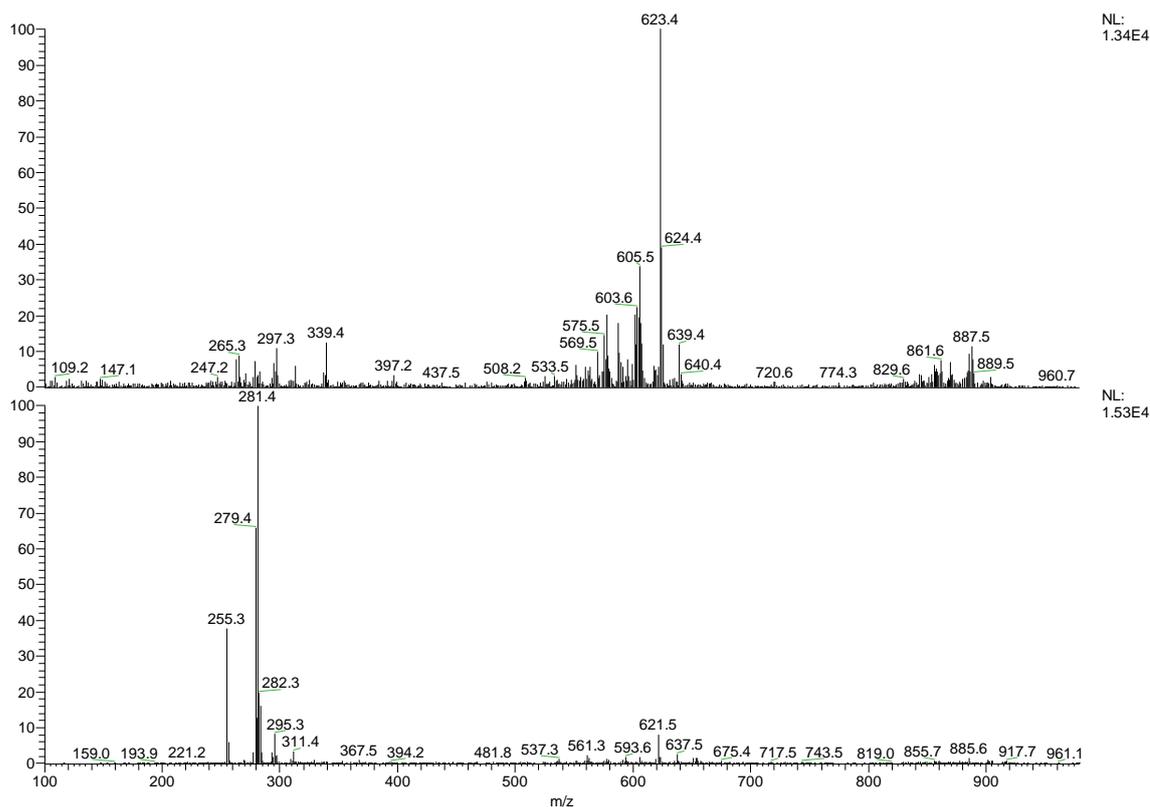


Figura 12. Espectro total APCI-MS/MS de varredura de íons de produtos do extrato hexânico de *Annona mucos* (biribá).

A precisão realizada por este equipamento é considerada baixa em relação as casas decimais, por isso é amplamente aceito a identificação de íons na literatura por comparação das m/z desconsiderando estas casas.

Os padrões apresentados no espectro negativo para as m/z 255, 279 e 281 são comuns na literatura para ácidos graxos, com cadeias carbônicas longas de composição C16:0, C18:2 e C18:1, respectivamente (FLETCHER et al., 2007), onde C16:0 é identificado como ácido palmítico, C18:1 como ácido oléico e C18:2 como ácido linoléico (MAIA et al., 2012), sendo este considerado um extrato lipídico.

Diversos autores relacionam o potencial inseticida das anonáceas à presença de acetogeninas (LÜMMEN, 1998; KRINSKI et al., 2014) que são substâncias naturalmente bioativas encontradas nas cascas de galhos, raízes e principalmente nas sementes de espécies desta família botânica (CASTILLO-SÁNCHEZ et al., 2010). Esses metabólitos são derivados de ácidos graxos de cadeia longa, que já registraram atividade inseticida contra larvas do mosquito *A. aegypti*, broca do milho, besouros e até nematoides (ZHOU et al., 2012)

Estes resultados sugerem a presença de acetogeninas na composição do extrato hexânico de *A. muricata*, onde para maior elucidação esta amostra precisa ser melhor separada em frações e submetida a outras análises como a espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (RMN).

O maior pico no modo positivo foi a m/z 623, sendo observado também uma m/z de 605, sendo este padrão também encontrado pela análise MS/MS de Wang et al. (2021) que identificaram como uma glicosilamina, também chamadas de N-glicosídeos, ao estudar os degradantes isoméricos da reação de Maillard (tipo de reação de escurecimento não enzimático).

Glicosídeos são formas de flavonóides encontrados comumente em frutas e sementes, sendo responsáveis pela coloração, sabor, proteção de vitaminas e enzimas (PANCHE et al., 2016). Glicosídeos e flavonoides são referenciados na literatura como bioativos, conforme Golçalves et al. (2015) que atestaram efeitos subletais do extrato etanólico das folhas de *A. sylvatica* contra *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) (Caruncho-do-feijão).

4.7.2 Análises APCI-MS do Extrato Orgânicos do Timbó

No espectro de massa no modo positivo foram observados diversos íons com picos na faixa de 270 a 442 m/z (Figura 13). Destacam-se por sua intensidade os de m/z 271, 283, 321, 323, 339, 351, 353, 369 e 395.

No modo negativo observam-se picos de íons na faixa de 253 a 441 m/z, onde destacam-se por sua intensidade os íons de m/z 255, 269, 279, 281, 305, 307, 321, 335, 337, 351, 367 e 393 (Figura 13).

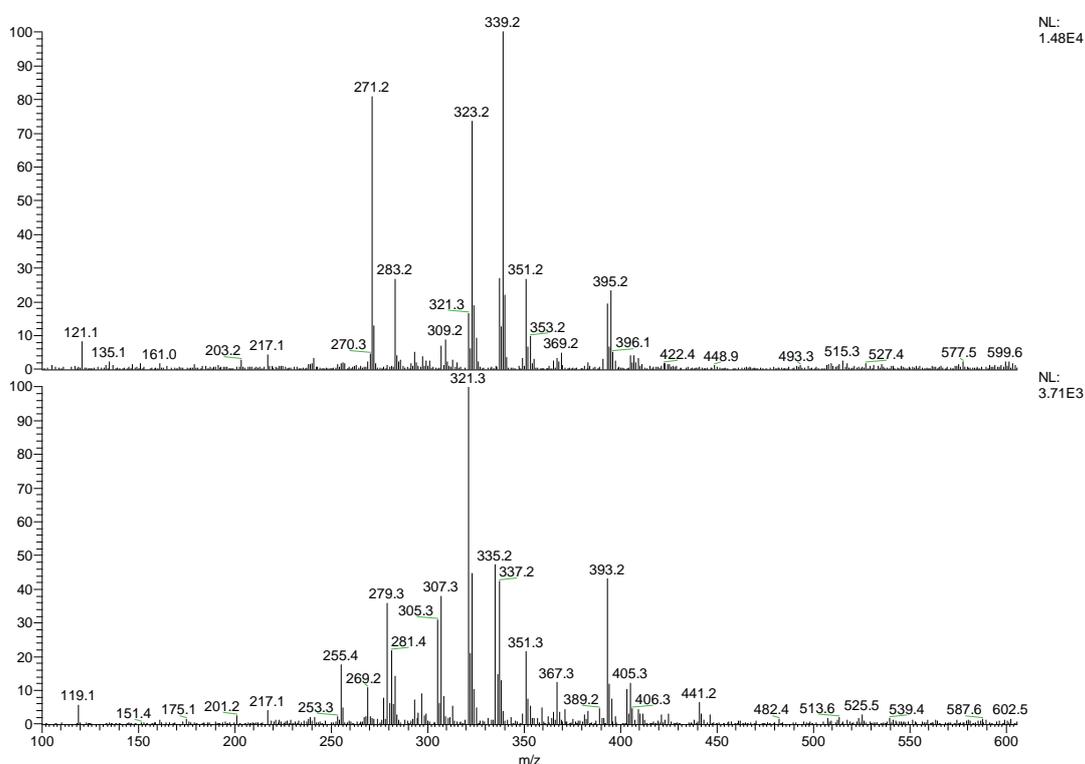


Figura 13. Espectro total APCI-MS/MS de varredura de íons de produtos do extrato hexânico de *D. amazonica* (timbó).

O íon 395, por exemplo, é coerente para o esperado da substância rotenona no espectro positivo. A rotenona possui massa molar de 394,41, e é a principal substância associada ao efeito inseticida do timbó, contudo, como a precisão realizada por este equipamento é considerada baixa em relação as casas decimais, é amplamente assumido que a m/z da rotenona

para esta análise é de aproximadamente 394, sendo a identificação de íon no espectro positivo de m/z 395 e no espectro negativo de m/z 393, um indício muito forte de que a rotenona faz parte da composição química desta amostra.

A fragmentação do íon de m/z 395 no espectro positivo demonstrou um padrão que possibilitou a confirmação da estrutura da rotenona (Figura 14). Na fragmentação observa-se que a MS/MS a partir da m/z 395 relaciona picos de 367, 241, 192 e o pico base de 213 (o maior pico na fragmentação) com perda de carga de 182. A MS/MS do precursor m/z 395 é consistente com a estrutura da rotenona encontrada na literatura.

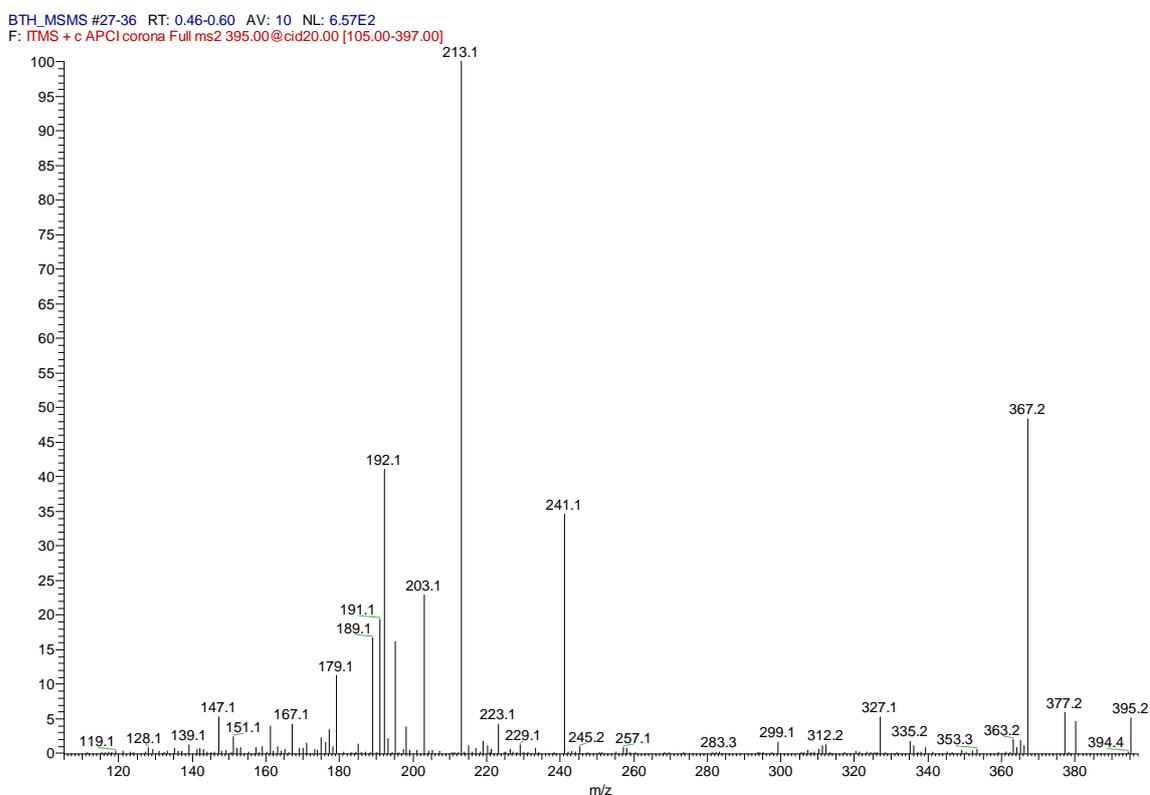
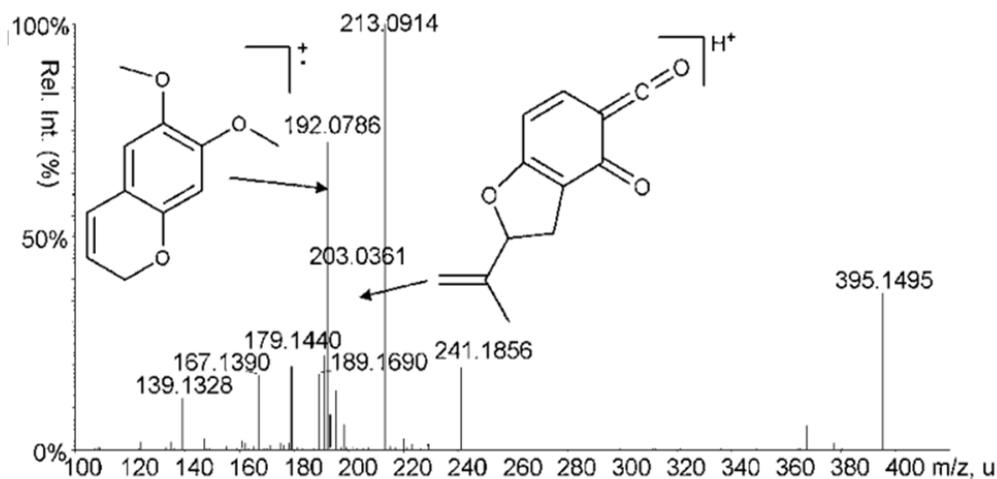


Figura 14. Espectro APCI-MS/MS de varredura de íons de produtos da rotenona (m/z 395).

Mazzoti et al. (2009) encontraram os mesmos padrões ao estudarem um método de diluição para isótopos em ensaios com a rotenona, e identificaram em seu espectro positivo íons de m/z 367, 241, 213 (pico base) e 192, conforme a análise abaixo (Figura 15).



Fonte: Mazzoti et al. (2009)

Figura 15. Espectro MS/MS de varredura de íons de produtos da rotenona (m/z 395) realizado por Mazzoti et al. (2009).

A massa molar da rotenona é de 394,41 g/mol, no entanto, uma outra substância ativa identificada na literatura e derivada da rotenona é a deguelina, cuja massa molar é de 394,42 g/mol, sendo praticamente idênticas nos picos do espectro positivo e negativo. O que ajuda a identificar suas presenças são os picos observados na fragmentação.

Segundo Redman et al. (2021) a presença da rotenona se confirma pela detecção de íon com m/z 395 e pico 213, enquanto a presença da deguelina é identificada por m/z 395 e 192, sendo todos estes picos identificados na fragmentação (Figura 10).

Tais resultados demonstram a presença da rotenona e da deguelina como substâncias prevalentes no extrato hexânico do timbó.

5 CONCLUSÕES

O extrato aquoso das raízes de *D. amazonica* possui efeito ninficida em mosca-branca, com uma CL₅₀ de 2,12% alcançando seu melhor desempenho por via tópica e sistêmica, apresentando-se como alternativa de controle para *B. tabaci*. O extrato hexânico apresentou um resultado ainda mais positivo quando aplicado por via tópica, com CL₅₀ de 1,03%. O extrato hexânico também possui grande potencial por via sistêmica.

O extrato aquoso das sementes de *A. mucosa* possui efeito ninficida no controle da mosca-branca por via tópica, mesmo com sementes armazenadas por 6 meses. A CL₅₀ do extrato aquoso das sementes do *A. mucosa* foi de 4,95%. O extrato hexânico diluído no próprio hexano praticamente dobrou o resultado de mortalidade, com uma CL₅₀ de 1,3%, apresentando grande potencial para o controle da mosca-branca.

O óleo comercial de *C. guianensis* diluídos em hexano apresentou desempenho positivo por aplicação tópica, com CL₅₀ de 1,77%.

As nanoemulsões também obtiveram resultados muito promissores com as concentrações de 1 e 2% de *A. mucosa* e 2% de *C. guianensis* comercial, com resultados muito positivos de mortalidade (85,79%, 87,11% e 78,33%, respectivamente) que não diferiram estatisticamente, demonstrando grande potencial como produto para o controle da mosca-branca.

Os estratos botânicos avaliados demonstraram elevado potencial no controle de ninfas de *B. tabaci* em folhas de couve, com destaque para as formulações de nanoencapsulados de biribá e andiroba, cuja tecnologia tem potencial para ser adaptada às práticas da agricultura orgânica.

As análises químicas feitas por APCI-MS/MS demonstraram que o extrato hexânico das sementes do biribá apresentam ácidos graxos como ácido palmítico, ácido oléico e ácido linoléico. A análise do extrato hexânico do timbó identificou a presença da rotenona e da deguelina enquanto substâncias bioativas prevalentes.

6 REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265-266, 1925.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 05 jan. 2023.

AHMAD, M.; ARIF, M. I.; AHMA, Z.; DENHOLM, I. Cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance to organophosphate and pyrethroid insecticides in Pakistan. **Pest Management Science**, England, v. 58, p. 203-208, 2001.

ALALI, F. Q.; KAAKEH, W.; BENNETT, G.; McLAUGHLIN. *Annonaceous acetogenins* as natural pesticides: potent toxicity against insecticide susceptible and resistant *German cockroaches* (Dictyoptera: Blattellidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 91, n.3, p.641-649, 1998.

ALÉCIO, M. R.; FAZOLIN, M.; VEIGA JÚNIOR, V. F.; ESTRELA, J. L. V.; ANDRADE NETO, R. de C.; ALVES, S. B.; et al. Ação inseticida da rotenona para a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* Smith – Lepidoptera: Noctuidae). 2011. V Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais. **Anais**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna/SP. 2011.

ALÉCIO, M. R.; FAZOLIN, M.; COELHO NETTO, R. A.; CATANI, V.; ESTRELA, J. L.; ALVES, S. Z.; et al. Ação inseticida do extrato de *Derris amazonica* Killip para *Cerotoma arcuatus* Olivier (Coleoptera: Chrysomelidae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 4, p. 719-728, 2010.

ALÉCIO, M. R. **Atividade do extrato de timbó (*Derris scandens* Aubl. e *Deguelia floribundus* Benth) sobre *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2012. 206 f. Tese (Programa Multi-Institucional de Pesquisa e Pós-Graduação em Biotecnologia, área de concentração Conservação e Uso de Recursos Genéticos Vegetais da Amazônia). Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2012.

ALÉCIO, M. R. **Toxicidade do extrato de *Derris amazonica* killip a adultos de *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791 (Coleoptera: Chrysomelidae)**. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Ciências Agrárias, Ciências Humanas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2007.

ALENCAR, J. A. de; HAJI, F. N. P.; BLEICHER, E.; BARBOSA, F. R. Métodos Gerais de Controle da mosca-branca. In: HAJI, F.N.P.; BLEICHER, E. (Ed.) **Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. p. 43-49.

ALVES, K. D. O; BEZERRA, A. C. D.; LIMA, G. B.; CARVALHO, F. S. O; FRANÇA, A. K. A; ROCHA, J. M. C.; et al. The use of *Annona squamosa* seed, leaf and bark as na

alternative in the control of *Cryptotermes brevis*. **Research, Society and Development**, v. 10, n.12, e204101220307, 2021.

ANDRADE, J. N.; COSTA NETO, E. M. BRANDÃO, H. Uso de plantas ictiotóxicas como bioinseticida: Uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, 2015.

ANJALI, C. H.; SHARMA, Y.; MUKHERJEE, A.; CHANDRASEKARAN, N. Neem oil (*Azadirachta indica*) nanoemulsion - a potent larvicidal agent against *Culex quinquefasciatus*. **Pest Management Science**, v. 68, n. 2, p. 158-163, 2011.

ANTON, N.; BENOIT, J. P.; SAULNIER, P. Design and production of nanoparticles formulated from nano-emulsion templates - A review. **Journal of Controlled Release**, n. 128, v. 3, 185-199. 2008.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Monografia da espécie *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba)**. Ministério da Saúde, 2015.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos: séries temáticas**. 1ª ed. Brasília, 2004.

APOLINÁRIO, A. C.; SALATA, G. C.; BIANCO, A. F. R.; FUKOMORI, C.; LOPES, L. B. Abrindo a caixa de pandora dos nanomedicamentos: Há realmente muito mais 'espaço lá embaixo'. **Química Nova**, v. 43, n. 2, 2020.

ASSIS, L. M.; ZAVAREZE, E. R.; PRENTICE-HERNANDÉZ, C.; SOUZA-SOARES, L. A. Características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 99-109, 2012

BALDIN, E. L. L.; FANELA, T. L. M.; PANNUTI, L. E. R.; KATO, M. J.; TAKEARA, R.; CROTTI, A. E. M. Extratos botânicos: controle alternativo para o manejo de mosca-branca em tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, 2015.

BATAGLION, G. A.; DA SILVA, F. M. A.; SANTOS, J. M.; DOS SANTOS, F. N.; BARCIA, M. T.; LOURENÇO, C. C.; et al. Comprehensive characterization of lipids from Amazonian vegetable oils by mass spectrometry techniques. **Food Research International**, v. 64, p. 472-481, 2014.

BECHER, P. **Emulsions: Theory and Practice**. 3. Ed. New York: Oxford University Press, 2001.

BELLOTTI, A. C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. n. 44, p. 343-370, 1999.

BITTENCOUT, A. M. **O cultivo do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss): uma visão econômica**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 2006.

BONDAR, G. Aleyrodidos do Brasil: 2ª contribuição. **Boletim do Laboratório de Pathologia Vegetal do Estado da Bahia**. Salvador, v. 5, p. 1-17, 1929.

BORDES, P.; POLLET, E.; AVÉROUS, L. Nano-biocomposites: Biodegradable polyester/nanoclay systems. **Progress in Polymer Science**, v. 34, p. 125-155, 2009.

BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, v.11, n.1, p.54 - 67, 2020.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Estudo dos Insetos**. 2a. Ed. traduzida. São Paulo: Cenagage Learning, 2015. 809 p.

BOSCO, D.; LORIA, A.; SARTOR, C.; CENIS, J. L. PCR-RFLP Identification of *Bemisia tabaci* Biotypes in the Mediterranean Basin. **Phytoparasitica**, v. 34, n. 3, p. 243-251, 2006.

BOVI, GRAZIELE GROSSI. **Óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) nanoemulsionado: produção por método de baixa energia, caracterização físico-química das dispersões e incorporação em bebida isotônica**. 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Ciências da Engenharia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

BROWN, J. K.; BIRD, J. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean Basin. **Plant Disease**, v. 76, n. 3, p. 220-225. 1992.

BYRNE, D. N.; BELLOWS-JUNIOR, T. S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 431-457, 1991.

CAMARGO, R. A.; TOZZI, A. M. G. A. (a). A synopsis of the genus *Deguelia* (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) in Brazil. **Brittonia**, v. 66, n. 1, p. 12-32, 2014.

CAMARGO, R. A.; TOZZI, A. M. G. A. (b). A new species of *Deguelia* (Leguminosae, Papilionoideae) from the Brazilian Amazon Basin. **Phytotaxa**, v. 184, n. 3, 2014.

CAMARGO, R. S. FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C. Morfologia interna. In: FUJIHARA, R.T. FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C.; BALDIN, E. L. L. (Ed.). **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. Botucatu: Fepaf. p. 43-61, 2011.

CAMARGO, R. A.; TOZZI, A. M. G. A. 2015 *Deguelia* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB136046>>. Acessado em 10/05/2022.

CAMINHA FILHO, A. **Timbó e rotenona**. Uma riqueza nacional inexplorada. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola. 1940. 14 p.

CARNEIRO, J. S; HAJI, F. N. P.; BLEICHER, E.; SILVA, P. H. S.; ALENCAR, J. A.; ARAÚJO, L. H. A.; et al. **Manejo integrado da mosca-branca**. Documento Técnico. Embrapa Meio-Norte, 1998.

CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, H.; NASCIMENTO, W. M. O. do. **Classificação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia de acordo com o comportamento no armazenamento.** Comunicado Técnico 60. Embrapa Amazônia Oriental. 4 p. 2001.

CARVALHO, S. S. de.; VENDRAMIM, J. D.; SÁ, I. C. G.; SILVA, M. F. G. F.; RIBEIRO, L. P.; FORIM, M. R. Efeito inseticida sistêmico de nanoformulações à base de nim sobre *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em tomateiro. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 298-306, 2015.

CASTILLO-SÁNCHEZ, L. H. C.; JIMÉNEZOSORNIO, J. J.; DELGADO-HERRERA, M. A. Secondary metabolites of the Annonaceae, Solanaceae and Meliaceae families used as biological control of insects. *Tropical and Subtropical Agroecosystems, Yucatán*, v. 12, n.3, p.445-462, 2010.

CAVIGLIONI, M. de B. C. **Técnicas nanotecnológicas para a agricultura e pecuária – um enfoque em controle de pragas e doenças, nutrição e saúde animal.** Documentos 273. Embrapa. 2020.

CERIZE, N. N. P. **Estudos de sistemas nanocarreadores para o ácido 5 aminolevulínico com aplicação na terapia fotodinâmica.** Tese de Doutorado (Faculdade de Ciências Farmacêuticas) – USP, Ribeirão Preto – SP, p. 48, 2012.

CHATROU, L. W.; PIRIE, M. D.; ERKENS, R. H. J.; COUVREUR, T. L. P.; NEUBIG, K. M.; et al. A new subfamilial and tribal classification of the pantropical flowering plant family Annonaceae informed by molecular phylogenetics. **Botanic Journal of the Linnean Society**, v.169, n.1., p. 5-40, 2012.

CHATROU, L. W.; RAINER, H.; MAAS, P. J. M. A. Annonaceae. In: Smith, N.; Mori, S. A.; Henderson, A.; Steveson, D. W.; Heald, S. V. (Eds.) **Flowering plants of the neotropics.** New York. Princeton University Press. p. 18-20, 2004.

CONCEIÇÃO, H. E. O; PINTO, J. E. B. P; SANTIAGO, E. J. A.; GONÇALVES, A. A. S. Crescimento e desenvolvimento de *Derris urucu* (Killip et Smith) Macbride na ausência de macronutrientes em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 3, p. 472-479, 2002.

CORBETT, C. E. **Plantas ictiotóxicas:** farmacologia da rotenona. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1940.

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.

CORRÊA, R. S. **Toxicidade de extratos de *Lonchocarpus floribundus* Benth (timbó) sobre *Toxoptera citricida* Kirkald (pulgão preto dos citros) (Sternorrhyntha: Aphididae).** 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas, 2006.

CORREA, R. S. (2011). **Toxicidade de extratos de timbós (*Derris spp.*) sobre *Tetranychus desertorum* (Acari: Tetranychidae) em folhas de pimentão**. 2011 72 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas/Pós-Graduação em Biotecnologia, Manaus, Amazonas. 2011.

COSTA, A. O. **Óleo essencial de *Lantana camara* Linn: Caracterização, desenvolvimento de nanoemulsão e atividade antileishmania** 2015. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2015.

COSTA, E. V.; DUTRA, L. M.; SALVADOR, M. J.; RIBEIRO, L. H. G.; GADELHA, F. R.; CARVALHO, J. E. Chemical composition of the essential oils of *Annona pickelii* and *Annona salzmannii* (Annonaceae), and their antitumour and trypanocidal activities. **Natural Product Research**, v. 27, p. 997-1001, 2013.

COSTA, E. L. N.; SILVA, R. F. P.; FIUZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, v.26, n.2, p.173-85, 2004.

COSTA, E. S. **Nano-microencapsulados de extrato de *Azadirachta indica* usando ligninas do bagaço de cana de açúcar: estabilidade e eficácia contra insetos pragas**. 2014. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências, Química orgânica). Universidade Federal de São Carlos. 2014.

COSTA, J. P. C. **Efeito da variabilidade de timbós de diferentes regiões da Amazônia em *Musca domestica* L**. 1996. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, UNESP, Jaboticabal, 1996.

COUTO, I. F. S.; VALENTE, F. I.; FIORATTI, C. A. G.; SILVA, R. M.; MUSSURY, R. M. Efeito de Extratos Aquosos de Anonas sobre o desenvolvimento de *Plutella xylostella*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

CUBILLO, D.; SANABRIA, G.; HILJE, L. Eficacia de coberturas vivas para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus, en tomate. **Manejo Integrado de Plagas**, n. 51, p. 10-20, 1999.

DA SILVA, J. M. S. **Encapsulamento do óleo essencial da *Lippia alba* em Nanopartículas de Poli-ε-caprolactona (PCL) para avaliação da estabilidade e atividade larvicida contra o *Aedes aegypti***. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade Federal do Amazonas. 2019.

DOMINGOS, G. M. **Caracterização de resistência de genótipos de couve-de-folhas, *Brassica oleracea* (L.) var. *acephala* a *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. 2017. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração: Proteção de plantas). Universidade Estadual Paulista - UNESP. 2017.

DOS REIS, A. S.; SANTOS, A. S.; CARVALHO, J. F. Ultrasound-assited lipid extractions, enriched with sterols and tetranortriterpenoids, from *Carapa guianensis* seeds and the application of lipidomics using GC/MS. **RSC Advances**, v. 11, p. 33160-33168, 2021.

DUTRA, S. M.; SALIMENA, F. R. G.; MENINI NETO, L. Annonaceae na Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 4, p. 785-793, 2012.

EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. Ed. EPU, 71 p. 1981.

EMBRAPA. **Catálogo Brasileiro de Hortaliças**. Brasília, 2010. 60 p.

EMBRAPA. **Notícias**. 21/01/2014. Disponível em:
<<https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/1718061/produtores-devemfazer-o-controle-da-mosca-branca-para-evitar-prejuizos-na-safrinha>> Acesso em: 13/02/2020.

EMBRAPA. **Notícias**. 23/12/2015. Disponível em:
<<https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/8534579/um-sistema-e-um-feijao-transgenico-para-enfrentar-o-mosaico-dourado>> Acesso em: 13/02/2020

EMBRAPA. **Notícias**. Manejo Integrado de Pragas. 31/05/2016. Disponível em:
<<https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/13033268/embrapa-arroz-efeijao-e-emater-go-realizam-parceria-sobre-manejo-da-mosca-branca-em-diferentes-culturas>> Acesso em: 13/02/2020.

FALCÃO, M. A.; LLERAS, E.; KERR, W. E. CARREIRA, L. M. M. Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade do biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill.). **Acta Amazonica**, v. 11, n. 2, 297-306, 1981.

FARIA, J. C.; ANJOS, J. R. N.; COSTA, A. F.; SPERÂNCIO, C. L. Doenças causadas por vírus e seu controle. In: ARAÚJO, R. D.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba, Potafos. p. 731-769. 1996.

FARIA, J. C.; BEZERRA, I. C.; ZERBINI, F. M.; RIBEIRO, S. G.; LIMA, M. F. Situação atual das geminiviroses no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 125-137, 2000.

FARIAS, M.P.O.; OLIVEIRA, R.P.D.; BARROS, F.N.; WANDERLEY, A.G.; ALVES, L.C.; FAUSTINO, M.A.D.G. Eficácia in vitro do óleo da semente de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) sobre *Damalinia caprae* (Gurlt, 1843) (Mallophaga: Trichodectidae). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 11, n. 1, p. 87-93, 2017.

FERNANDES, C. P. M.; MACHADO, C.; LOPES, T. V.; FILHO, N. C.; BRETANHA, P. R.; SCHONS, S.; et al. Repellent action of *Carapa guianensis* and *Caesalpinia ferrea* for flies species of Calliphoridae family. **Ciência Rural**, v. 46, n. 5, 2016.

FERREIRA, E. S. **Estudo fitoquímico e atividade inseticida de *Annona crassiflora* Mart., *Annona mucosa* (Jacq.) Baill. (Annonaceae), *Dioscorea rotundata* Poir (Dioscoreaceae) e *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) em *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepdoptera: Plutellidae)**. 2016. 130 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas). Universidade Federal de Alagoas. 2016.

FERREIRA, F. T. R.; VENDRAMIM, J. D.; FORIM, M. R. Bioatividade de nanoformulações de nim sobre a traça-do-tomateiro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, 2012.

FERREIRA, M. G. R.; SANTOS, M. R. A.; SILVA, E. O.; GONÇALVES, E. P.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A. Emergência e crescimento inicial de plântulas de biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Bill (Annonaceae) em diferentes substratos. **Ciências Agrárias**, v. 31, p. 373-380, 2010.

FERREIRA, P. V. **Estatística Experimental**. Alagoas: CECA-UFAL, 2011. p.112

FILGUEIRA, F. A. R. Brassicáceas – Couves e plantas relacionadas, p. 279-299. In: **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, Editora UFV, 2008. 3ª ed., p. 279-299.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. p.412.

FLETCHER, J. S.; LOCKYER, N. P.; VAIDYANATHAN, S.; VICKERMAN, J. C. TOF-IMS 3D Biomolecular Imaging of *Xenopus laevis* Oocytes Using Buckminsterfullerene (C60) Primary Ions. **Analytical Chemistry**, v. 79, n. 6, p. 2199–2206, 2007.

FOURNIER, L. A. *Carapa guianensis* Aubl. In: J. A. VOZZO (Ed.). Tropical tree seed manual. Part II. Species Descriptions. Washington, DC: USDA. Forest Service, **Agriculture Handbook**, 2002. p. 360-361.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA-NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 920.

GEESINK, R. **Scala Milletiarum. A Survey of the genera of the tribe Millettieae (Leguminosae Papilionoideae)**. Leiden Botanical Series 8. Leiden, E. J. Brill & Leiden University Press, 1984. 137 p.

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, F. L. **Estudo fitoquímico e atividade inseticida de composição fitossanitária de *Annona squamosa* L. e *Annona mucosa* (Jacq.) Baill. (Annonaceae) para o controle de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2018. 159 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas, Entomologia). Universidade Federal de Alagoas. 2018.

GONÇALVES, G. L. P.; RIBEIRO, L. P.; GIMENES, L.; VIEIRA, P. C.; SILVA, M. F. G. F.; FORIM, M. R. Lethal and Sublethal Toxicities of *Annona sylvatica* (Magnoliales: Annonaceae) extracts to *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Florida Entomologist**, v. 98, n. 3, 921–928, 2015.

GONÇALVES, R. B.; SOUZA, M. T.; BERNRDI, D.; RIBEIRO, L. P.; PIMENTEL, I. C.; ZAWADNEAK, M. A. C. *Annona* (Annonaceae) by-products derivatives: Toxicity to the

European pepper moth and histological assessment. **Crop Protection**, v. 155, p. 105937, 2022.

GOTT, R. M.; RIBEIRO, R. C.; COSTA, M. A.; FOUAD, H. A.; TAVARES, W. S.; SOUZA FILHO, A. P.; et al. **Efeito repelente de concentrados de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em grãos de milho**. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Anais, Goiânia - GO, 2010.

GRAZIA, J. R.; CAVICCHIOLI, V.R.S.; WOLFF, J.A.M. FERNANDES, J. A. M.; TAKIYA, D. M. Hemiptera. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; et al. (Org.). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 1ª ed. Ribeirão Preto: Holos, v. 1, 2012. 796 p.

GRILLO, R. **Nanopartículas de quitosana/tripolifosfato como sistema de liberação para o herbicida Paraquat: preparo, caracterização, interação com substâncias húmicas e avaliação da atividade biológica**. 2014. 136 p. Tese (Doutorado em Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2014.

GUERRA, F. G. P. Q. **Contribuição dos produtos florestais não madeireiros na geração de renda na floresta nacional do Tapajós - Pará**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008

HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A. de; LIMA, M. F. **Mosca-branca: danos, importância econômica e medidas de controle**. Documento Técnico 83. EMBRAPA, 9 p. 1996.

HAJI, F. N. P.; FERREIRA, R. C. F.; MOREIRA, A. N. Descrição morfológica, aspectos biológicos, danos e importância econômica. In: HAJI, F.N.P.; BLEICHER, E. (Ed.) **Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. Embrapa Semi-Árido, 2004. p. 21-30.

HAYLES, J; JOHNSON, L; WORTHLEY, C; LOSIC, D. Nanopesticides: a review of current research and perspectives. In: GRUMEZESCU, A. M. B. T. (Org.). **New Pesticides and Soil Sensors** [S.l.]: Academic Press, p. 193–225, 2017.

HERNANDEZ, C. R.; VENDRAMIM, J. D. Uso de índices nutricionales para el efecto insectistatico de extratos de Meliáceas sobre *Spodoptera frugiperda*. **Manejo Integrado de Plagas**, v.48, p.79-88, 1998.

HEUSDEN, E. C. H. Flowers of Annonaceae: morphology, classification and evolution. **Blumea Netherland**, v. 7, p.1-218, 1992.

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo Vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília-DF: Embrapa, 2014. E-book. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1016352/extrativismo-vegetal-na-amazonia-historia-ecologia-economia-e-domesticacao>.

HORN, MARTHA BEATRIZ. **Nano-microencapsulamento por precipitação polimérica do óleo de nim: caracterizações e aplicações para o controle de ácaro *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)**. 2019. 137 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

IDAM - Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas – IDAM. **Relatório de Atividades IDAM 2020**. Manaus:AM, 2021. 100 p. Disponível em: http://www.idam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/RAIDAM2020_web_vfinal.pdf. Acesso: 24 ago. 2022.

INACIO, M. F.; CARVALHO, M. G. Atividade inseticida de extratos diclorometano e metanólico de *Azadirachta indica* (A. Juss), *Melia azedarach* (L.) e *Carapa guianenses* (Aubl.) (Meliaceae) sobre cupim subterrâneo *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (Isoptera, Rhinotermitidae). **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, p. 676-683, 2012.

INBAR, M.; GERLING, D. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. **Annual Review of Entomology**, v. 53, p. 431-448, 2008.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p.45–66, 2006.

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

JESUS, C. P.; MENDONÇA, F. A. C.; MOREIRA, J.O.T. Atividade inseticida e modos de ação de extratos vegetais sobre mosca-branca (*Bemisia tabaci*). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 117-134, jan./abr. 2013.

JUNIOR, A. C.; DESCHAMPS, F. C. Ação sistêmica e translaminar do óleo de nim visando ao controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) em tomateiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n.2, p. 140-144, 2014.

KABALNOV, A. S.; WENNERSTROM, H. Macroemulsions stability: The oriented wedge theory revisited. **Langmuir**, v. 12, n. 2, p. 276-292, 1996.

KAH, M.; HOFMANN, T. Nanopesticide research: Current trends and future priorities. **Environment International**, vol. 63, p. 224-235, 2014.

KAH, M.; BEULKE, S.; TIEDE, K.; HOFMANN, T. Nanopesticides: State of Knowledge, Environmental Fate, and Exposure Modeling. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 43, p. 1823-1867, 2013.

KATHRINA, G. A.; ANTONIO, L. O. J. Controle biológico de insectos mediante extractos botánicos. In: CARBALL, M.; GUAHARAY, F. **Control biológico de plagas agrícolas**. Managua: CATIE, 2004. p. 137-160. (Serie Técnica. Manual Técnico/CATIE, 53).

KELLER, N. P.; TURNER, G.; BENNETT, J. W. Fungal secondary metabolism - from biochemistry to genomics. **Nature Reviews. Microbiology**, v. 3, p. 937–947, 2005.

- KENFACK, D. Resurrection in *Carapa* (Meliaceae): a reassessment of morphological variation and species boundaries using multivariate methods in a phylogenetic context. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 165, n. 2, p. 186-221, 2011.
- KIM, S. I.; ROH, J.; KIM, D.; LEE, H.; AHN, Y. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.293-303, 2003.
- KLAUCK, V.; PAZINATO, R.; STEFANI, L. M.; SANTOS, R. C.; VAUCHER, R. A.; BALDISSERA, M. D.; et al. Insecticidal and repellent effects of tea tree and andiroba oils on flies associated with livestock. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 28, n.1, p. 33-39, 2014.
- KOMAIKO, J. S.; McCLEMENTS, D. J. Formation of Food-Grade Nanoemulsions Using Low-Energy Preparation Methods: A Review of Available Methods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, n. 15, v. 2, p. 331-352, 2016.
- KORUS, A. Effect of preliminary and technological treatments on the content of chlorophylls and carotenoids in kale (*Brassica oleracea* l. var. *acephala*). **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 37, n. 4, p. 335-344, ago. 2013.
- KRINSKI, D.; MASSAROLI, A.; MACHADO, M. Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, edição especial, p. 225-242, fev. 2014.
- LACERDA, J. T. de; CARVALHO, R. A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivirus em culturas econômicas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.2., n.2, p.15-22, 2008.
- LAZARETTI, L. L.; HUPFFER, H. M. Nanotecnologia e sua regulamentação no Brasil. **Revista Gestão e Desenvolvimento**. v. 16. n. 3, p. 153-177, set./dez. 2019.
- LEATEMIA, J. A.; ISMAN, M., B. Toxicity and antifeedant activity of crude seed extracts of *Annona squamosa* (Annonaceae) against lepidopteran pests and natural enemies. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 24, n. 2, p. 150–158, 2004.
- LEMUS DE LA CRUZ, A. S.; BARRERA-CORTÉS, J.; LINA-GARCÍA, L. P.; RAMOS-VALDÍVIA, A. C.; SANTILLÁN, R. Nanoemulsified formulation of *Cedrela odorata* essential oil and its larvicidal effect against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Molecules**, v. 27, n. 9, 2975, 2022.
- LIMA, A. C. R.; LEMOS, W. P.; SOUZA, M. T. Ação inseticida de óleo essencial e extrato alcoólico de *Carapa guianensis* Aubl. contra *Tenebrio molitor* em laboratório. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2015.
- LIMA, A. C. S.; LARA, F. M. **Mosca-branca (*B. tabaci*): morfologia, bioecologia e controle**. 1ª ed. Jaboticabal, SP: Funep. p. 1-76, 2001.

LIMA, A. C. S.; LARA, F.M. Resistance of soybean genotypes to the silverleaf whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**. Londrina, v. 33, n.1, p. 1-75, jan/feb, 2004.

LIMA, A. C. S.; LARA, F. M.; SANTOS, J. M. Morfologia da mosca branca, *Bemisia tabaci* biótipo “B” (Hemiptera: Aleyrodidae), encontrada em Jaboticabal, SP, com base em eletronmicrografias de varredura. **Boletín de Sanidad Vegetal**. Plagas, v. 27, p. 315-322, 2001.

LIMA, B. M. F. V.; MOREIRA, J. O. T.; ARAGÃO, C. A. Avaliação de extratos vegetais no controle de mosca-branca, *Bemisia tabaci* biótipo B em abóbora. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, jul/set. 2013.

LIMA, R. R. **Informações sobre duas espécies de timbó: *Derris urucu* (Killip et al., Smith) Macbride e *Derris nicou* (Killip et Smith) Macbride, como plantas inseticidas**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1987. 23 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 42).

LIMA, C. C. **Atividade larvicida de extratos de *Annona muricata* encapsulados em cubossomos**. 2021. 67 f. Dissertação (Dissertação em Química) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2021.

LIMA, U. O. **Avaliação da atividade inseticida dos extratos de *Annona mucosa* (Jacq.) (ANNONACEAE) sobre *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (COLEOPTERA, CURCULIONIDAE)**. 2017. 60 f. Dissertação (Dissertação em Biotecnologia, área de concentração em Biotecnologias para a Área Agroflorestal) - Universidade Federal do Amazonas, Coari, 2017.

LIU, W.; SUN, D.; LI, C.; LIU, Q.; XU, J. Formation and stability of paraffin oil-in-water nanoemulsions prepared by the emulsion inversion point method. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 303, p. 557-563, 2006.

LLANOS, C. A. H.; ARANGO, D. L. GIRALDO, M. C. Actividad insecticida de extractos de emilla de *Annona muricata* (Anonaceae) sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 34, n. 1, p. 76-82, 2008.

LOPES, A. C. O.; FRANÇA, C. C. L. Análise da produção do biodiesel de óleo de sementes de Fruta do Conde (*Annona squamosa* L.) para a obtenção das condições operacionais ideais. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n. 3, p. 26627-26633, 2021.

LOPES, E. T.; COSTA, E. V.; MOL, G. S. Educação em ciências e ensino de química: perspectivas para a pesca com timbó na voz de alunos de uma escola indígena brasileira. **Fórum Identidades**, Ano 8, v. 16, p. 131-174, jul./dez. 2014.

LORENCETTI, G. A.; MAZARO, S. M.; POTRICH, M.; LOZANO, E. R.; BARBOSA, L. R.; LUCKMANN, D.; et al. Produtos Alternativos para controle de *Thaumastocoris peregrinus* e indução de resistência em plantas. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 541-548. 2015.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.

LOURENÇÃO, A. L.; KRAUSE-SAKATER, R.; VALLE, G. E. Mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B. In: VILELA, E. F.; ZUCH, R.A (Eds.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. FEALQ, 2015, p. 682-702.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 53-59, 1994.

LÜMMEN, P. Complex I inhibitors as insecticides and acaricides. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1364, n.2, p.287–296, 1998.

MACHADO, L. A.; BARBOZA E SILVA, V.; DE Oliveira; M. M. Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. **Biológico**, São Paulo, v. 69, n.2, p.103-106. 2007.

MACIEL, Anilde da Graça Sousa. **Controle alternativo de *Tetranychus urticae* com extratos de sementes de graviola, *Annona muricata* L. e com ácaro predador *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955) (Acari: Phytoseiidae)**. 2020. 73f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2014.

MACIEL, Anilde da Graça Sousa. **Preparo do microencapsulado de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) e toxicidade letal e subletal do microencapsulado a *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae)**. 2018. 99 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2018.

McCLEMENTS, D. J.; RAO, J. Food-grade nanoemulsions: formulation, fabrication, properties, performance, biological fate, and potential toxicity. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 51, p. 285-330, 2011.

MAGALHÃES, A. F.; TOZZI, A. M.; MAGALHAS, E. G.; SOUZA MORAES, V. R. Prenylated flavonoids from *Deguelia hatschbachii* and their systematic significance in *Deguelia*. **Phytochemistry**, v. 57, p. 77-89, 2001.

MAIA, M. O.; COSTA, F. S.; SUSIN, I.; RODRIGUES, G. H.; FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; et al. Efeito do genótipo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de borregas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.986-992, 2012.

MALCHER, D. J. P.; NASCIMENTO, W. M. O.; TAVARES, R. F. M.; MENDES, N. V. B. Viabilidade de sementes de biribá (*Rollinia mucosa* (Jack) Baill) em diferentes ambientes. **VI Encontro Amazônico de Agrárias**. “Atuação das Ciências Agrárias nos Sistemas de Produção e Alterações Ambientais”. Universidade Federal Rural da Amazônia, 2014.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; DE ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1248-1255, 2013.

MARUBAYASHI, J. M.; YUKI, V. A.; ROCHA, K. C. G.; MITUTI, T.; PELEGRINOTTI, F. M.; FERREIRA, F. Z.; MOURA, M. F.; NAVAS-CASTILLO, J.; MORIONES, E.; PAVAN, M. A.; KRAUSE-SAKATE, R. At least two indigenous species of the *Bemisia tabaci* complex are present in Brazil. **Journal of Applied Entomology**, v. 137, n. 1, p. 113-121, 2013.

MASCARO, U. C.; RODRIGUES, L. A.; BASTOS, J. K.; SANTOS, E.; CHAVES DA COSTA, J. P. Valores de DL50 em peixes e no rato tratados com pó de raízes de *Derris* spp e suas implicações ecotoxicológicas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 18, n. 2, p. 53-56, 1998.

MAZZOTTI, F.; DI DONNA, L.; ATTYA, M.; GABRIELE, B.; FAZIO, A.; SINDONA, G. Isotope dilution method for the assay of rotenone in olive oil and river waters by liquid chromatography/multiple reaction monitoring tandem mass spectrometry. **Rapid Communications in Mass Spectrometry**, v. 23, n. 2, p. 3803–3806, 2009.

MENDES-SILVA, I.; LOPES, J.C.; SILVA, L.V.; OLIVEIRA, M.L.B. 2020. **Annona in Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB110252>>. Acesso em: 09 jan. 2023.

MENDONÇA, F. A. C.; SILVA, K. F. S.; SANTOS, K. K.; RIBEIRO JÚNIOR, K. A. L.; SANT'ANA, A. E. G. Activities of some Brazilian plants against larvae of the mosquito *Aedes aegypti*. **Fitoterapia**, v. 76, p. 629-636. 2005.

MENEZES, E. L. A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205).

METCALFE; L. D.; SCHIMITZ, A. A.; PELKA, J. R. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. **Analytical Chemistry**, v. 38, n. 3, p. 514-515, 1966.

MCTI. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **Nanotecnologia**. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/tecnologia/tecnologias_convergentes/paginas/nanotecnologia/NANOTECONOLOGIA.html>. Acesso em: 15/03/2023.

MIOT, H. A.; BATISTELLA, R. F.; BATISTA, K. A.; VOLPATO, D. E. C.; AUGUSTO, L. S. T.; MADEIRA, N. G.; et al. Comparative study of the topical effectiveness of the andiroba oil (*Carapa guianensis*) and DEET 50% as repellent for *Aedes* sp. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 46, p. 253-256, 2004.

MORAES, A. R. D. P.; TAVARES, G. D.; ROCHA, F. J. S.; PAULA, E.; GIORGIO, S. Effects of nanoemulsions prepared with essential oils of copaiba- and andiroba Against *Leishmania infantum* and *Leishmania amazonenses* infections. **Experimental Parasitology**, v. 187, p. 12-21, 2018.

MOURA, A. P.; MICHEREFF, M.; GUIMARÃES, J. A.; LIZ, R. S. **Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial**. Brasília. DF: Embrapa, 2014. 24 p. (Embrapa. Circular Técnica, 129).

NETTO, M. S. **Toxicidade de extratos de *Andira paniculata* (Fabaceae) em *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2016. 41 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, 2016.

NGUYEN, M.; LEE, J.; HWANG, I.; PARK, H. Evaluation of penetration of nanocarriers into red pepper leaf using confocal laser scanning microscopy. **Crop Protection**, v. 66, p. 61-66, 2014.

NORCINO, L. B.; MENDES, J. F.; NATARELLI, C. V. L.; MANRICH, A.; OLIVEIRA, J. E.; MATTOSO, L. H. C. Pectin films loaded with copaiba oil nanoemulsions for potential use as bio-based active packaging. **Food Hydrocolloids**, v. 106, 105862, 2020.

NORRIS, L.A. **Behavior of pesticides in plants**. Portland: USDA, 1974. 6p. (Technical Report PNW, 19).

OLIVEIRA, B. R. **Desenvolvimento e avaliação de nanoemulsões com óleos de *Carapa guianensis* e *Copaifera* sp. e estudo da ação repelente frente a *Aedes aegypti***. 2008. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas, Medicamentos e Cosméticos) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2008.

OLIVEIRA, M. A. S.; ICUMA, I. M.; ALVES, R. T.; OLIVEIRA, J. N. S.; LIMA, L. H. C.; LIRA, G. S. **Avaliação de surtos de mosca-branca em áreas do sistema produtivo de melão, soja e feijão**. Planaltina: EMBRAPA, 2000. 10 p. (Embrapa. Comunicado Técnico, n. 29).

OLIVEIRA, M. L. B. **Annonaceae Juss. no nordeste oriental do Brasil**. 177 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

OLIVEIRA, M. R.V.; HENNEBERRY, T. J.; ANDERSON, P. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. **Crop Protection**, Oxford, v. 20, n. 9, p.709-723, 2001.

OLIVEIRA, M. V. S. **Bioatividade de extratos de meliáceas e timbós no controle da mosca-branca, *Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae), em couve, *Brassica oleracea* L. var. *acephala***. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

ORIANI, M. A. G.; VENDRAMIN, J. D.; VASCONCELOS, C. J. Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera, Aleyrodidae) on tomato genotypes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 1, p. 37-41, jan/fev, 2011.

PAGARE, S.; BHATIA, M.; TRIPATHI, N.; BANSAL, Y. K. Secondary metabolites of plants and their role: overview. **Current Trends in Biotechnology and Pharmacy**, v. 9, n. 3, p. 293-304, 2015.

PARREIRA, D. S. **Óleos essenciais sobre adultos e imaturos de *trichogramma galloi* e *trichogramma pretiosum* (hymenoptera: trichogrammatidae)**. 119 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

PAVONI, L.; PERINELLI, D. R.; BONACUCINA, G.; CESPI, M.; PALMIERI, G. F. An Overview of Micro- And Nanoemulsions as Vehicles for Essential Oils: Formulation, Preparation and Stability. **Nanomaterials**, v. 10, n.1, p. 135, 2020.

PAZ, L. C.; SOARES, A. M. L.; TEIXEIRA, R. R. O.; SILVA, J. P.; FERREIRA, C. H. L. H.; TRINDADE, R. C. P. Toxicity of the organic extract from *Annona muricata* L. (annonaceae) seeds on *Brevicoryne brassicae* (L.) (hemiptera: aphididae) in cabbage cultivation (*Brassica oleracea* L.). **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 16, n. 1, p. 55-60, 2018.

PENA, M. R. **Bioatividade de extratos aquosos e orgânicos de diferentes plantas inseticidas sobre a mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae)**. 2012. 188 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

PENIDO, C.; COSTA, K. A.; PENNAFORTE, R. J.; COSTA, M. F. S.; PEREIRA, J. F. G.; SIANI, A. C.; et al. Anti-allergic effects of natural tetranortriterpenoids isolated from *Carapa guianensis* Aublet on allergen-induced vascular permeability and hyperalgesia. **Inflammation Research**, v. 54, p. 295–303, jul. 2005.

PETSEV, D.; DENKOV, N.; KRALCHEVSKY, P. Flocculation of deformable Emulsion droplets. II. Interaction energy. **Colloid and interfase Science**, v. 176, n. 1, p. 201-213, 1995.

PEY, C. M.; MAESTRO, A.; SOLÉ, I.; GONZÁLEZ, C.; SOLANS, C.; GUTIÉRREZ, J. M. Optimization of nano emulsions prepared by low energy emulsification methods at constant temperature using a factorial design study. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 288, p. 144-150, 2006.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional**. Brasília, DF: ANVISA, FINATEC/NUT-UnB, 2001. 133p.

PINO, F. A. A questão da não normalidade: uma revisão. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 61, n. 2, p. 17-33, jul.-dez. 2014.

PINTO, E. R.; LIRA-GUEDES, A. C.; GIMARÃES, C. da S. Boas práticas para produção de óleo de andiroba. **Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSM**. Tefé, AM: IDSM, 32 p., 2019.

POLETTI, Patric de Oliveira. **Análise da mutagenicidade do extrato puro do timbó amazônico (*Derris rariflora*: Mart. ex Benth J. F. Macbr: Fabaceae), através do teste de**

micronúcleo em *Allium cepa*. 2011. Monografia (Graduação em Química). Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, Ariquemes, 2011.

POLSTON, J. E.; DE BARRO, P.; BOYKIN, L. M. Transmission specificities of plant viruses with the newly identified species of the *Bemisia tabaci* species complex. **Pest Management Science**, v. 70, p. 1547-1552, 2014.

POTENZA, M. R. 2004. Produtos naturais para o controle de pragas. In: X Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico: Café, 5., 2004, Mooca. **Anais**. São Paulo, SP, 2004. p.89-100.

PROPHIRO, J.S.; SILVA, M.A.N.; KANIS, L.A.; ROCHA, L.C.B.P.; DUQUE-LUNA, J.E.; SILVA, O.S. First report on susceptibility of wild *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) using *Carapa guianensis* (Meliaceae) and *Copaifera* sp. (Leguminosae). **Parasitology Research**, Berlin, v.110, n.1, p.699-705, 2012.

PUJASTUTI, A.; CAHYONO, E.; SUMARNI, W. Encapsulation of Citronellal from Citronella Oil using β -Cyclodextrin and its application as mosquito (*Aedes aegypti*) repellent. **Journal of Physics: Série de Conferências**, v. 824. p.1-6, 2017.

RAINER, H. Monographic studies in the genus *Annona* L. (Annonaceae): inclusion of the genus *Rollinea* A.St.-HILL. **Annalen Naturhistorischen Museums in Wien**, Serie B 108, p. 191-205, 2007.

RAVAOMANARIVO, L. H. R.; RAZAFINDRALEVA, H. A.; RAHARIMALALA, F. N.; RASOAHANTAVELONIAINA, B.; RAVELONANDRO, P. H. MAVINGUI, P. Efficacy of seed extracts of *Annona squamosa* and *Annona muricata* (Annonaceae) for the control of *Aedes albopictus* and *Culex quinquefasciatus* (Culicidae). **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 4, n. 10, p. 798-806, 2014.

REDMAN, Z. C.; BRODNAX, K.; COUTURE, J.; TOMCO, P. L. Identification of Rotenone and Five Rotenoids in CFT Legumine Piscicide Formulation via High-Resolution Mass Spectrometry and a New High-Throughput Extraction Procedure. **Chromatographia**, v. 84, p. 207–214, 2021.

REZENDE, F. M.; ROSADO, D.; MOREIRA, F. A.; CARVALHO, W. R. S. Vias de síntese de metabólitos secundários em plantas. In: RAYMUNDO, C. E. V.; et al. **VII Botânica no Inverno 2017**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 2017. 332 p.

RIBEIRO, L. P. **Bioprospecção de extratos vegetais e sua interação com protetores de grãos no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae)**. 2010. 155 f. Dissertação (Dissertação em Ciências) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

RIBEIRO, L. P.; VENDRAMIM, J. D.; BICALHO, K. U.; ANDRADE, M. S. A.; FERNANDES, J. B.; MORAL, R. A.; et al. *Annona mucosa* Jacq. (Annonaceae): a promising

source of bioactive compounds against *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 55, p. 6-14, 2013.

RICKETT, H. W.; STAFLEU, F. A. Nomina generica conservanda et rejicienda spermatophytorum III (Continued). **Taxon**, v. 8, p. 282–314, 1959.

RIZENTAL, M.; SANTOS, P. M.; ABREU, A. G.; QUINTELA, E. D. Identificação molecular das espécies de mosca-branca *Bemisia tabaci* Gennadius (1889) de diferentes regiões agrícolas do Brasil. In: **Seminário Jovens Talentos**, 11., 2017, Santo Antônio de Goiás. Coletânea dos resumos apresentados. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. p. 97. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 316).

ROCHA, V. B.; SUJII, E. R. **Extratos vegetais com potencial para o controle da mosca branca, *Bemisia tabaci*, em tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2019. 39 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 344 - INFOTECA-E).

ROSA, J. M.; BOFF, M. I. C.; GONÇALVES, P. A. S.; BOFF, P. Andiroba oil (*Carapa guianensis* Aubl) in the capture of the fruit fly (*Anastrepha fraterculus* Wiedemann) in Feijoa (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). **Idesia**, v. 31, n. 3, p. 97-101. 2013.

SAFAYA, M.; ROTLIWALA, Y. C. Nanoemulsions: a review on low energy formulation methods, characterization, applications and optimization technique. **Materials Today: Proceedings**, v. 27, p. 454-459, 2020.

SANTOS, A. C. V.; FERNANDES, C. C.; LOPES, L. M.; SOUZA, A. H. Insecticidal oils from amazon plants in control of fall armyworm. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 3, p. 642-647, 2016.

SANTOS, L. **Efeito dos extratos orgânicos de *Annona muricata* L. e *Annona squamosa* L. (Annonaceae) sobre o pulgão *Aphis gossypii* (Glover, 1887) (Hemiptera: Aphididae) e seletividade ao predador *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae)**. 2016. 59 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2016.

SANTOS, L. **Formulação emulsionável de sementes de *Annona muricata* L. (annonaceae) sobre *Planococcus citri* (risso, 1813) (hemiptera: pseudococcidae) e seletividade a coccinelídeos**. 2021. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2021.

SANTOS, M. F.; GOMES, J. J.; SANTOS, D.; CARDOZO-FILHO, L.; DE JESUS, E. Parâmetros de transferência de massa da extração do óleo de sementesde mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) e de graviola (*Annona muricata* L.) utilizando dióxido de carbono supercrítico. **Scientia Plena**, v. 14, n. 6, p. 064206, 2018.

SANTOS, L.; TRINDADE, R. C. P.; SANTOS, D. S.; DIAS, M. S.; BOGLIO, S. M. F.; LEMOS, E. E. P. Effect of anonaceous extracts on *Aphis gossypii* (Glover, 1887) (Hemiptera:

Aphididae) and selectivity to *Eriopsis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, e36267, 2018.

SARQUIS, I. R.; SARQUIS, R. S. F. R.; MARINHO, V. H. S.; NEVES, F. B.; ARAÚJO, I. F.; DAMASCENO, L. F.; et al. Carapa guianensis Aubl. (Meliaceae) oil associated with silk fibroin, as alternative to traditional surfactants, and active against larvae of the vector *Aedes aegypti*. **Industrial Crops & Products**, v. 157, 112931, 2020.

SASSAKI, O. K. Resultados preliminares da produção de hortaliças sem o uso de solo no Amazonas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, p. 165-169. 1997.

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

SCHEUNEMANN, T.; KRÜGER, A. P.; PIOVESAN, B.; VIEIRA, J. G. A.; RIBEIRO, L. P.; SCHIEDECK, G.; et al. Potential use of Annona (Annonaceae) by-products to *Palpita forficifera* management: Lethal and sublethal toxicities and residual effect in olive plants. **Crop Protection**, v. 160, p. 106035, 2022.

SEFFRIN, R. C.; SHIKANO, I.; AKHTAR, Y.; ISMAN, M. B. Effects of crude seed extracts of *Annona atemoya* and *Annona squamosa* L. against the cabbage looper, *Trichoplusia ni* in the laboratory and greenhouse. **Crop Protection**, v. 29, p. 20-24, 2010.

SHARMA, P. P.; PARDESHI, A. B.; VIJIGIRI, D. Bioactivity of some medicinal plant extracts against *Musca domestica* L. **Journal of Ecobiotechnology**, v. 3, n. 9, p. 14-16, 2011.

SILVA, A. G.; JUNIOR, A. L. B.; SOUZA, B. H. S.; COSTA, E. N.; HOELHERT, J. S.; ALMEIDA, A. M.; et al. Mosca-Branca, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro: Características gerais, bioecologia e métodos de controle. **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 1, p. 01-08. 2017.

SILVA, C. P.; RICCI, T. G.; ARRUDA, A. L.; PAGLIOSA, F. M.; MACEDO, M. L. R. Extratos vegetais de espécies de plantas do cerrado sul-matogrossense com potencial de bioherbicida e bioinseticida. **Uniciências**, v. 21, n. 1, p. 25-34. 2017.

SILVA, H. D. da; SOUZA, M. D. C.; GIUSTOLIN, T. A.; ALVARENGA, C. D.; FONSECA, E. D.; DAMASCENO, A. S. Bioatividade dos extratos aquosos de plantas às larvas da mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata* (Wied.). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, 1-4, 2015.

SILVA, L.; OMOTO, C.; BLEICHER, E.; DOURADO, P. M.. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *B. tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**. Londrina, v. 38, n.1, p. 116-125, 2009.

SILVA, Márcio Alves. **Avaliação do potencial inseticida de *Azadirachta indica* (Meliaceae) visando ao controle de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)**. 2010. 159f.

Dissertação (Mestrado em Ciências; área de concentração: Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2010.

SILVA, P. R. Q. **Molecular Characterization and Development of Specific Markers for the Detection of Bemisia tabaci biotypes**. 2006. 82 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2006.

SILVA, T. B.; MENEZES, L. R. A.; SAMPAIO, M. F. C.; MEIRA, C. S.; GUIMARÃES, E. T.; SOARES, M. B. P.; et al. Chemical composition and anti-Trypanosoma cruzi activity of essential oils obtained from leaves of *Xylopia frutescens* and *X. laevigata* (Annonaceae). **Natural Product Communications**, v. 8, p. 403-406, 2013.

SIMMONS, A. M. Oviposition on vegetables by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): temporal and leaf surface factor. **Environmental Entomology**, v.23, n.2, p.381-389, 1994.

SIMON-DELISO, N.; AMARAL-ROGERS, V.; BELZUNCES, L. P.; BONMATIN, J. M.; CHAGNON, M.; DOWNS, C.; et al. Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, p. 5–34, 2015.

SIQUEIRA, D. G.; ALMEIDA, J. A. F. D.; SILVA, A. R.; MENEZES, A. C. S.; ARAÚJO, M. S.; ALMEIDA, A. C. S.; et al. The insecticidal activity and repellency of the *Andira paniculata* (Fabaceae) extract against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 21, p. 24-31, 2019.

SOLANS. C.; IZQUIERDO, P.; NOLLA, J.; AZEMAR, N.; GARCIA-CELMA, M. J. Nanoemulsions. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v. 10, n. 3, p. 102-110, 2005.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260 p.

SOUZA, M. El género *Deguelia* (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) en Mesoamérica, una especie nueva e una combinación nueva. **Revista Mexicana de Biodiversidad** v. 80, p. 303–308, 2009.

SOUZA, A.P.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de extratos aquosos de Meliáceas sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 173-179, 2000.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Efeito Translaminar, Sistêmico e de Contato de Extrato Aquoso de Sementes de Nim Sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B em Tomateiro. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 083-087, 2005.

SOUZA, S. F.; PAES, J. B.; ARANTES, M. D. C.; LOPEZ, Y. M.; BROCCO, V. F. Análise física e avaliação do efeito antifúngico dos óleos de andiroba, copaíba e pinhão-mansão. **Floresta**, Curitiba, v. 48, n. 2, p. 153-162, 2018.

STUMPF, N.; NAUEN, R. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 1.577-1.583, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TADROS, T. F.; IZQUIERDO, P.; ESQUENA, J.; SOLANS, C. Formation and Stability of nanoemulsions. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 108-109, p. 303-318, 2004.

THACKER, J. R. M. **An Introduction to arthrop pest control**. Cambridge, University Press, 2002, 360p. ISBN-13: 978-5215678749.

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

TOSCANO, L. C.; JUNIOR, A. L. B.; MARTINS, G. L. M.; MARUYAMA, W. I. Biologia de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de tomateiro em duas épocas. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 3, n. 4, p. 1-6, out./dez. 2016.

TOZZI, A. M. G. A. A identidade do timbó-verdadeiro: *Deguelia utilis* (A.C.Sm.) A.M.G. Azevedo (Leguminosae: Papilionoideae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 3, p. 511-516, 1998.

TOZZI, A. M. G. A. Espécies novas de *Deguelia* Aubl. (Leguminosae – Papilionoideae – Millettieae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, p. 42–52. 1994.

TRAN, V. V.; NGUYEN, T. L.; MOON, J. Y.; LEE, Y. C. Core-shell materials, lipid particles and nanoemulsions, for delivery of active anti-oxidants in cosmetics applications: challenges and developmmt strategies. **Chemical Engineering Journal**, v. 368, p. 88-114, 2019.

TRINDADE, R. C. P.; GOMES, I. B.; LEMOS, E. E. P.; SANT'ANA, A. E. G. Toxicity of soursop extracts to diamondback moth. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 34, n. 1, p. 104-111, 2018.

VALLE, Giuliana Etores Do. **Resistência de genótipos de soja a *Bemisia tabaci* biótipo B**. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, 2001.

VALLE, G. E.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de genótipos de soja a *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 285-295, jan./ mar. 2002.

VETAL, D. S.; PARDESHI, A. B. Insecticidal potential of ethanol and hexane solvent seed extract of *Annona squamosa* Against *Spodoptera litura* Fab. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 8, n. 3, p. 842-845, 2019.

VIDIGAL, S. M.; PEDROSA, M. W. Couve-comum (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.). In: PAULA JÚNIOR, T.J. de; VENEZON, M. (Ed.). **101 Culturas**: manual de Tecnologias Agrícolas. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa e Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), 2007. p.295-298.

VILLAS-BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 71-79, 2002.

VILLAS-BÔAS, G. L. **Manejo integrado da mosca-branca**. Brasília. DF: Embrapa. 2005. 6p. (Embrapa. Comunicado técnico, 30).

VILLAS-BÔAS, G. L.; BRANCO, M. C. **Manejo Integrado da Mosca-Branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em Sistema de Produção Integrada de Tomate Indústria (PITI)**. Brasília. DF: Embrapa. 2009. 16p. (Embrapa. Circular Técnica, 70).

VILLAS-BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; AVILA, A. C.; BEZERRA, I. C. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii***. Brasília. DF: Embrapa-CNPH, 1997. 11p. (Embrapa-CNPH. Circular técnica, 9).

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. Pelotas, Emprapa Clima Temperado, 2010.16p. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 316).

WANG, S.; LIN, J.; LI, D.; HUANG, T.; ZHU, W.; CHEN, W.; et al. Study of the isomeric Maillard degradants, glycosylamine and Amadori rearrangement products, and their differentiation via MS2 fingerprinting from collision-induced decomposition of protonated ions. **Rapid Communications in Mass Spectrometry**, v. 35, n. 9, e9062, 2021.

WARWICK, S. I. Brassicaceae in Agriculture. In: SCHMIDT, R.; BANCROFT, I. **Genetics and genomics of the Brassicaceae**. 1^a ed. New York: Springer New York, 2011. p.33-65.

WILLIAMS, M. A. **Recovery of Oils and Fats from Oilseeds and Fatty Materials**. In: F. Shahidi (editor), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, New Jersey: John Wiley and Sons, p. 95-103, 2005.

WILLIS, K. J. (ed.). State of the World's Plants 2017. Report. **Royal Botanic Gardens**, p. 58-63, 2017.

XAVIER, Vânia Maria. **Impacto de inseticidas botânicos sobre *Apis mellifera*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae)**. 2009. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciência entomológica; Tecnologia entomológica). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

ZARATÉ, DAVID JAVIER MATUZ. **Desenvolvimento de formulação emulsionável do extrato etanólico de sementes de pinha (*Annona squamosa* L.) e seu efeito residual em condições de semicampo e campo sobre *Plutella xylostella* (L., 1758) (lepidoptera: plutelidae)**. 2018. 188 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2018.

ZHOU, L.; WANG, J.; WANG, K.; XU, J.; ZHAO, J.; SHAN, T., LUO, C. Chapter 3 – Secondary metabolites with antinematodal activity from higher plants, In: **Atta-ur-Rahman**, (eds.). *Studies in Natural Products Chemistry*, Elsevier, v.37, p.67-114, 2012.