

Efeito inseticida e modos de ação do extrato aquoso de *Deguelia amazonica* sobre *Bemisia tabaci* Biótipo B em *Brassica oleracea* var. *acephala*

Insecticidal effect and modes of action of aqueous extract of *Deguelia amazonica* on *Bemisia tabaci* Biotipo B in *Brassica oleracea* var. *acephala*.

Efecto insecticida y modos de acción del extracto acuoso de *Deguelia amazonica* sobre *Bemisia tabaci* Biotipo B en *Brassica oleracea* var. *acephala*

Recebido: 23/11/2022 | Revisado: 10/12/2022 | Aceitado: 12/12/2022 | Publicado: 18/12/2022

Marcelo Victor de Souza Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9451-9983>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: marcelodesouza.v@gmail.com

Hana Carvalho Leão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5088-2134>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: hanacarvalholeo@gmail.com

Carliza Luz da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0904-8292>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: carliza.luz@gmail.com

Carla Tamires de Sena Duarte

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4546-7774>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: carlatamiresduarte@gmail.com

Neliton Marques da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6812-729X>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: nmerinato@gmail.com

Resumo

A mosca-branca (*Bemisia tabaci*) é um inseto fitófago de difícil controle que pode causar grandes prejuízos a diversas culturas de importância econômica, como a couve, sendo considerada uma das espécies mais invasivas do mundo. Este trabalho objetivou avaliar o potencial inseticida e a eficácia do extrato aquoso da raiz do timbó (*Deguelia amazonica*) em três diferentes modos de ação (contato, translaminar e sistêmico) sobre as ninfas da mosca-branca (*Bemisia tabaci*) biótipo B em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). O material botânico coletado foi seco e triturado para a obtenção do pó vegetal e preparo dos extratos aquosos (pó vegetal + água). Para a montagem dos bioensaios foram realizadas infestações induzidas da mosca-branca em mudas sadias de couve. Os extratos foram aplicados sobre as ninfas para a determinação do seu potencial ninficida e da CL50, que foi de 2,12%, sendo esta concentração utilizada nos experimentos de modos de ação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os percentuais de mortalidade foram submetidos a ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O modo de ação tópica apresentou o melhor resultado (60,34%), ficando mais de 30% acima do segundo que foi o sistêmico. No entanto, o resultado via ação sistêmica também é considerado promissor, ultrapassando 40% de mortalidade ninfal. O modo de ação translaminar não apresentou resultados expressivos. Tais resultados demonstram o potencial do timbó (*D. amazonica*) como controle alternativo para a mosca-branca, apresentando-se como possibilidade na rotação de produtos naturais e químicos comerciais, sendo compatível com a proposta do manejo integrado de pragas em sistemas agroecológicos.

Palavras-chave: Planta inseticida; Controle alternativo; Mosca-branca.

Abstract

The whitefly (*Bemisia tabaci*) is a phytophagous insect that is difficult to control and can cause great damage to several crops of economic importance, such as kale, being considered one of the most invasive species in the world. This work aimed to evaluate the insecticidal potential of the aqueous extract of the timbó root (*Deguelia amazonica*) in three modes of action (contact, translaminar and systemic) on whitefly nymphs in kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*). The botanical material collected was dried and crushed to obtain plant powder and preparation of aqueous extracts (plant powder + water). In order to set up the bioassays, induced whitefly infestations were performed on healthy kale seedlings. The extracts were applied on the nymphs to assess their nymphicidal potential and the LC50,

which was 2.12%, and this concentration was used in the experiments on modes of action. The experimental design used was completely randomized. Mortality percentages were confirmed by ANOVA and means detected by Tukey's test ($p < 0.05$). The topical mode of action showed the best result (60.34%), being more than 30% above the second, which was systemic. However, the result via systemic action is also considered promising, exceeding 40% of nymphal mortality. The translaminar mode of action did not show significant results. Such results demonstrate the potential of timbó (*D. amazonica*) as an alternative control for the whitefly, presenting itself as a possibility in the rotation of natural products and commercial chemicals, being compatible with the proposal of integrated pest management in agroecological systems.

Keywords: Insecticidal plant; Alternative control; Bemisia.

Resumen

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es un insecto fitófago de difícil control y que puede causar grandes daños a varios cultivos de importancia económica, como el col, siendo considerada una de las especies más invasoras del mundo. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el potencial insecticida del extracto acuoso de raíz de timbó (*Deguelia amazonica*) en tres modos de acción (contacto, translaminar y sistémico) sobre ninfas de mosca blanca en col (*Brassica oleraceae* var. *acephala*). El material botánico recolectado fue secado y triturado para obtener polvo vegetal y preparación de extractos acuosos (polvo vegetal + agua). Para establecer los bioensayos, se realizaron infestaciones de mosca blanca inducidas en plántulas de col. Los extractos se aplicaron a las ninfas para determinar su potencial ninficida y su CL50, que fue de 2,12%, y esta concentración se utilizó en los experimentos de modo de acción. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar. Los porcentajes de mortalidad se sometieron a ANOVA y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$). El modo de acción tópico mostró el mejor resultado (60,34%), superando en más de un 30% al segundo, que fue sistémico. Sin embargo, el resultado vía sistémica también se considera prometedor, superando el 40% de mortalidad ninfal. El modo de acción translaminar no mostró resultados significativos. Tales resultados demuestran el potencial del timbó (*D. amazonica*) como alternativa de control de la mosca blanca, presentándose como una posibilidad en la rotación de productos naturales y químicos comerciales, siendo compatible con la propuesta de manejo integrado de plagas en sistemas agroecológicos.

Palabras clave: Planta insecticida; Control alternativo; Mosca blanca.

1. Introdução

Entre as principais hortaliças de importância econômica para o Estado do Amazonas está a couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*), que em 2020 alcançou uma produção de aproximadamente 2.200 toneladas, com destaque para os municípios do Careiro do Várzea e Iranduba, ambos pertencentes a zona metropolitana de Manaus, Amazonas (Idam, 2021). No entanto, o ataque de insetos pragas como a mosca-branca (*Bemisia tabaci*) prejudica a produção desta hortaliça.

Bemisia tabaci (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B, é um inseto polífago que causa danos diretos e indiretos às plantas durante a alimentação de ninfas e adultos (Baldin et al., 2017).

Os danos diretos se manifestam na presença de um grande número desses insetos que reduzem o vigor da planta e prejudicam seu desenvolvimento pela injeção de toxinas, por outro lado, os danos indiretos podem ocorrer pela deposição de excremento açucarado (honeydew) que favorece a ocorrência da fumagina (*Capnodium* sp) (Inbar e Gerling, 2008; Naranjo e Legg 2010) e pela transmissão de fitovírus que causam nanismo severo, enrolamento das folhas, intensa clorose e diminuição da produção (Haji et al., 2004; Polston et al., 2014).

A mosca-branca está amplamente distribuída em todo o mundo, infestando plantas ornamentais, daninhas e cultivadas (Gallo et al., 2002; Rodrigues e Silva, 2018), sendo considerada uma das pragas mais invasivas, difundidas e de grande importância econômica do mundo, com relatos de resistência a mais de 50 inseticidas diferentes em 165 países, provavelmente devido a sua plasticidade genética, tornando seu controle complexo e difícil (Lourenção et al. 2015, Willis, 2017).

Existem vários métodos de controle para *B. tabaci*, entre os mais utilizados está o controle químico, no entanto, a longo prazo o uso indevido desses produtos podem trazer riscos à saúde e ao meio ambiente, além de favorecer o surgimento de insetos mais resistentes, aumentando os custos de produção (Calafiori et al., 2021; Soares e Santos, 2021).

O interesse no manejo de pragas agrícolas com mais segurança envolve a necessidade de encontrar métodos alternativos com menores impactos ou riscos à saúde humana e ao ambiente, como o uso de técnicas que visam o controle biológico de insetos, incluindo o uso de inimigos naturais e o uso de aplicações de substâncias repelentes ou inseticidas que são

produzidas naturalmente por determinadas plantas (Lovatto et al., 2004; Wang et al., 2017; Laurenz et al., 2019).

Neste cenário, extratos de plantas com propriedades tóxicas a esta praga são alvo de pesquisas em busca de um controle alternativo que atue em conjunto ao manejo integrado de pragas (Emilie et al. 2015).

A utilização desses extratos vegetais no combate a *B. tabaci* tem se mostrado promissora, principalmente por seus potenciais tóxicos e seus princípios ativos responsáveis por estimular ações que causam repelência, inibição alimentar, redução da oviposição e até mesmo a morte dos indivíduos (Isman, 2006; Rocha e Sujii, 2019).

Espécies vegetais conhecidas como o timbó (Fabacea) aparecem como objeto desses estudos, pois a toxicidade de suas raízes está associada principalmente aos seus princípios ativos como a rotenona e a deguelina (Alecio et al., 2014), sendo seus efeitos atestados por diversos autores em relação ao combate de diversas pragas de importância econômica (Jesus et al., 2013; Machado et al, 2013).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial inseticida e a eficácia do extrato aquoso da raiz do timbó (*Deguelia amazonica*) em três diferentes modos de ação (contato, translaminar e sistêmico) sobre as ninfas da mosca-branca (*Bemisia tabaci* Gnn. 1889) em couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*), em condições de semi-campo.

2. Metodologia

Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola (LEA) (24,02±0,20°C; 55,13±0,98%UR) e casa de vegetação da Área Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) (36,25±0,71°C; 58,12±1,08%UR), ambos pertencentes à Universidade Federal do Amazonas (UFAM), campus Manaus/AM, Brasil.

As análises de DNA das fêmeas adultas coletadas em Manaus para a confirmação da espécie e do biótipo foram realizadas no Laboratório de Entomologia e Biotecnologia da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás/GO, utilizando a técnica PCR (Polymerase Chain Reaction) e comparando os resultados do biótipo analisado com os trabalhos de Bosco et al. (2006) e Marubayashi et al. (2013). As coletas de *B. tabaci* e *Deguelia amazonica* (timbó) foram realizadas mediante solicitação junto ao Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO: 77294. Os exemplares para a análise de DNA foram coletados da criação estoque em Manaus/AM, com os *Voucher Specimens* depositados na coleção entomológica do LEA. As raízes de timbó foram coletadas na Comunidade Nossa Senhora do Livramento, situada à margem esquerda do igarapé Tarumã–Mirim (3°01'48.6"S 60°10'47.9"W), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (RDS-TUPÉ), no campus da UFAM de Manaus Setor Sul (área experimental) (3°06.155"S, 59°58.535"W) e na Fazenda Experimental da UFAM (2°38.981"S, 60°02.855"W). O material coletado foi devidamente identificado no herbário do Instituto de Ciências Biológicas (ICB), onde foi realizado o depósito de exsicata.

A secagem do material botânico foi feita em estufa de circulação de ar forçado a 40°C, com tempo variado de secagem de acordo com o material (entre 2 e 5 dias dependendo se as raízes eram mais finas ou mais grossas). Após a secagem, o material vegetal foi triturado com o auxílio do moinho de facas. O material vegetal moído foi armazenado em potes de vidro, envolvidos com papel alumínio.

Para o início da criação estoque, adultos da mosca-branca foram coletados na área experimental da FCA, utilizando mudas de couve da variedade Folha Manteiga da Geórgia, utilizando sementes da marca Horticeres® e cultivadas em vasos dentro de casa de vegetação. Mudas de couve foram produzidas continuamente visando a reposição de plantas da criação estoque e a montagem dos experimentos, com substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças® em tubetes de 4 cm de diâmetro (55 cm³).

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 posicionadas dentro da gaiola e por aberturas laterais eram introduzidas as plantas hospedeiras da criação estoque com adultos de *B. tabaci* não sexados, que eram agitadas

manualmente para dispersão dos insetos adultos que se estabeleciam nas mudas sadias que estavam na grade, até uma obtenção de aproximadamente 10 indivíduos adultos de *B. tabaci*, ficando apenas as mudas infestadas dentro da gaiola para oviposição, por um período de 24 h, visando a homogeneização da idade das ninfas.

Após a eclosão das ninfas foram selecionadas duas folhas de cada muda onde eram marcadas áreas contendo cerca de 50 ninfas por folha (± 100 ninfas/muda) para a montagem dos bioensaios, adaptado de Pena (2012).

Foi pesado 5g do pó vegetal das raízes e diluído em 100mL de água destilada, obtendo-se a concentração de 5% ($m \cdot v^{-1}$) de extrato aquoso. A solução contida em Erlenmeyer foi submetida à agitação por 15 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. Foram aplicados 1mL do extrato nas mudas com auxílio da Torre de Potter Burkard Scientific® ($1kg \cdot cm^{-2} \cdot h^{-1}$).

Após 7 dias da infestação induzida (quando a maioria das ninfas de *B. tabaci* estão 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.

Para os testes de mortalidade a avaliação baseou-se na contagem de ninfas mortas. A mortalidade natural corrigida foi calculada para cada tratamento pela fórmula de Abbott (1925): $M_c (\%) = (\%M_o - \%M_t / 100 - \%M_t) \times 100$, (onde: M_c = Mortalidade corrigida; M_o = Mortalidade observada; M_t = Mortalidade na testemunha).

A estimativa da Concentração Letal Mediana (CL₅₀) foi feita pela análise de Probit (FINNEY, 1971), utilizando o programa R®, nas concentrações de 1%, 2%, 3%, 4% e 5%. A CL₅₀ obtida foi utilizada nos experimentos de modos de ação, conduzidos em laboratório e adaptado de Pena (2012), utilizando mudas de couve com duas folhas por planta contendo em média 50 ninfas.

Foram testados três modos de ação: translaminar, sistêmico e tópica. No modo de ação translaminar a aplicação foi feita na face adaxial (oposta à superfície contendo as ninfas), utilizando 3mL do extrato com auxílio da Torre de Potter. Para avaliação da ação sistêmica foi aplicado 10mL do extrato diretamente no substrato. A aplicação tópica do extrato foi realizada diretamente sobre as ninfas, utilizando uma dose de 0,2 μ l com auxílio de uma microseringa. Os resultados foram comparados com o único inseticida comercial registrado para o controle de *Bemisia tabaci* Biótipo B, o inseticida sistêmico Evidence WG700.

A montagem dos experimentos ocorreu em laboratório, com os as mudas tratadas voltando para a casa de vegetação e lá permanecendo por 7 dias para enfim se realizar a avaliação, adaptado do trabalho de Pena (2012).

O delineamento experimental adotado para todos os experimentos foi o inteiramente casualizado com 5 repetições (± 500 ninfas por tratamento). O teste de normalidade foi realizado utilizando o teste de Shapiro-Wilk, e quando constatada uma distribuição não normal, foi realizada a transformação dos dados em $\arcsen [\{(x+0,5) / 100\} \cdot 0,5]$ para que pudessem ser realizados os testes estatísticos paramétricos. A análise de variância foi realizada pelo teste F, e a comparação das médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), através do programa estatístico R.

3. Resultados e Discussão

3.1 Extratos aquosos de timbó

Os resultados do teste de DNA confirmam a identificação como sendo a espécie *Bemisia tabaci* Middle East Asia Minor 1 - MEAM1 (biótipo B).

O extrato aquoso de *Deguelia amazonica* apresentou maior efeito de mortalidade sobre ninfas da mosca-branca com uma taxa de mortalidade superior a 61% (Tabela 1), alcançando valores superiores ao desempenho do produto comercial

registrado para controle da mosca-branca biótipo B, demonstrando seu potencial ninficida.

Tabela 1 - Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade de *B. tabaci* entre os extratos aquosos de *Deguelia amazonica*, *Deguelia rariflora* e Evidence WG700 (produto comercial registrado).

Extrato/Produto	Mortalidade (%)
T3 - Timbó N.S. Livramento (<i>D. amazônica</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 Sistêmico (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 - Água Destilada	5,26 \pm 1,97 d

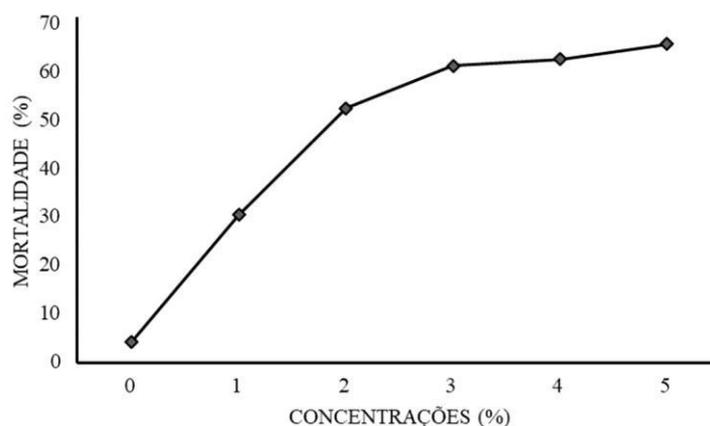
*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey.
Fonte: Autoria Própria.

Extratos aquosos de timbós das espécies *Deguelia nitidula* (Sinônimo de *Derris floribunda*) e *D. rariflora* (sinônimo de *Derris rariflora*) (BFG, 2021) testados por Pena (2012) apresentaram atividade ninficida contra outro inseto da família Aleyrodidae, a mosca-negra dos citros (*Aleurocanthus woglumi*), alcançando mortalidades de 87,29% e 82,60%, respectivamente, contudo, o pó das raízes passou mais de 90 h em 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. Lorencetti et al. (2015) ao testar produtos naturais a base de *D. amazonica* obtiveram 52,8% de mortalidade sobre o percevejo-do-bronzeado (*Thaumastocoris peregrinus*) (Hemiptera: Thaumastocoridae). Alecio et al. (2010) testaram o extrato das raízes de *D. amazonica* a 5%, obtendo 85% de mortalidade sobre a vaquinha (*Cerotoma arcuatus*) (Coleoptera: Chrysomelidae), utilizando como extrator o álcool etílico e sistema Soxhlet, evidenciando que outros fatores podem influenciar no potencial do efeito inseticida do extrato. Assim, extrações com processos diferentes e/ou solventes diferentes podem resultar em respostas contrastantes.

3.2 CL₅₀ do timbó (*Deguelia amazonica*)

No Gráfico 1 e Tabela 2 podemos observar que a menor concentração do extrato aquoso (1%) apresentou cerca de 30% de mortalidade, enquanto a maior concentração (5%) alcançou mais de 65%, representando um aumento de 53,81%. O valor da mortalidade aumentou cerca de 7,53 vezes quando passou de água destilada (testemunha) para a concentração de 1%, e em 1,75 vezes quando passou de 1% para 2%, aumentos bastante significativos, com o incremento na mortalidade crescendo de forma mais ínfima conforme o aumento da concentração (1,16 vezes de 2% para 3%, 1,02 vezes de 3% para 4% e 1,04 vezes de 4% para 5%), podendo-se notar o aumento da mortalidade conforme o aumento das concentrações testadas, obtendo-se então a CL₅₀ de 2,1%, conforme Tabela 3.

Gráfico 1 – Mortalidade (%) de ninfas de *B. tabaci* para encontrar a CL50 com o extrato aquoso de *D. amazonica*.



Legenda: Mortalidade: de ninfas de *B. tabaci* em %; Concentrações: 1% a 5% do extrato aquoso de raízes de *D. amazonica*.
 Fonte: Autoria Própria.

Tabela 2 - Médias (\pm EP) de mortalidade de *B. tabaci* e CL50 com o uso do extrato aquoso do timbó (*Deguelia amazonica*).

Concentrações	Mortalidade (%)
Água destilada	4,02 \pm 2,36 c
<i>Deguelia amazônica</i> (timbó) (1%)	30,29 \pm 9,06 b
<i>Deguelia amazônica</i> (timbó) (2%)	52,31 \pm 7,73 ab
<i>Deguelia amazônica</i> (timbó) (3%)	61,13 \pm 4,17 a
<i>Deguelia amazônica</i> (timbó) (4%)	62,52 \pm 2,07 a
<i>Deguelia amazônica</i> (timbó) (5%)	65,59 \pm 3,94 a
CL₅₀ = 2,12	
(IC (97,5%) = 1,49 – 2,74)	

IC= Intervalo de Confiança; *Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey. Fonte: Autoria Própria.

O valor de CL50 pode variar dependendo da espécie botânica, do método de preparo e aplicação do extrato e da suscetibilidade do inseto às substâncias bioativas. Jesus et al. (2013) encontraram uma CL50 para mosca-branca com o extrato etanólico de *D. amazonica* em concentrações inferiores a 1.000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (próximo de 0,1%). Carvalho et al. (2015) testaram nanoformulações à base de nim e estimou uma CL50 de 180,67 mg L⁻¹ (próximo de 0,018%) de azadiractina (substância com efeito ativo extraída do nim) para *B. tabaci*. Tais resultados sugerem que outros métodos, como o uso de nanoformulações ou extrações com solventes orgânicos precisam ser testados em busca de uma maior eficiência na aplicação do produto. Por outro lado, ao considerar o perfil da agricultura familiar, o valor da CL50 de 2,12% obtido com um extrato aquoso é plenamente possível de ser realizado com poucos recursos.

3.3 Avaliação do efeito ninficida nos modos de ação translaminar, sistêmico e tópica

A Tabela 3 apresenta os resultados individuais de cada modo de ação em comparação com as testemunhas água destilada e o inseticida comercial (testemunha críptica). No modo de ação tópica a mortalidade ninfal do extrato de timbó diferiu estatisticamente de ambas as testemunhas, obtendo um resultado muito superior. A mortalidade ninfal de timbó no

modo de ação sistêmico foi menor que a do produto comercial. Não houve diferença estatística em relação ao produto comercial que atua no mesmo modo de ação, sendo considerado este um resultado promissor. No modo de ação via translaminar, o resultado do extrato de timbó foi muito inferior em comparação às outras modalidades, não diferindo estatisticamente da água destilada.

Tabela 3 - Médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação com extrato aquoso de *D. amazonica* (timbó) em comparação com inseticida comercial sistêmico.

Modo de Ação/Extrato	Mortalidade (%)
Ação Tópica	
<i>Deguelia amazonica</i> (2,12%)	60,34 \pm 0,57 a
Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,98 b
Água Destilada	5,26 \pm 0,97 c
Ação Translaminar	
Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,98 a
<i>Deguelia amazonica</i> (2,12%)	6,06 \pm 0,26 b
Água Destilada	5,26 \pm 0,97 b
Ação Sistêmica	
Inseticida Comercial (1g/L)	42,70 \pm 0,98 a
<i>Deguelia 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.
Fonte: Autoria Própria.

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 sistêmico, apresentando taxas de mortalidade superiores a 50% da população. O excelente desempenho dos extratos de timbó *D. amazonica* em testes de mortalidade ninfal nesses modos de ação (tópica e sistêmico), 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. e, Alecio et al. (2010) em estudos com insetos, obtendo 100% de mortalidade da população de vaquinhas adultas (*Ceratomyia arcuatus*) ocasionada pela ingestão de folhas tratadas com extrato de timbó (*D. amazonica*).

Os resultados obtidos pelo método translaminar mostram que os compostos inseticidas do extrato de timbó *D. amazonica* não foram capazes de superar o tecido foliar na concentração da CL₅₀ de 2,1%. No entanto, Souza e Vendramim (2005) utilizando extrato de semente de nim (*Azadirachta indica*) para aplicar o extrato aquoso sobre ninfas de mosca-branca pela via translaminar na concentração de 5%, repetindo o experimento duas vezes, obtiveram no primeiro, 93,1% e no segundo, 99,6% de mortalidade populacional. 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, apenas quando submeteram as ninfas a concentração mais elevada de 3.000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (3%). Ressalta-se que as concentrações usadas nesses experimentos foram superiores às do presente estudo, sugerindo que aplicações de doses mais elevadas poderiam alcançar mortalidades mais efetivas sobre *B. tabaci* por esta via.

3.4 Determinação do modo de ação mais eficiente no controle da mosca-branca

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 4).

Tabela 4 - Comparação de médias (\pm EP) de mortalidade da mosca-branca, *B. tabaci* em diferentes modos de ação com extrato aquoso *D. amazonica* (timbó).

Modo 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.
Fonte: Autoria Própria.

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, absorve o extrato contido no substrato ou nas folhas, 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. Considerações Finais

O extrato aquoso de timbó *D. amazonica* possui efeito inseticida sobre as ninfas da mosca-branca (*B. tabaci*) biótipo B pelas vias sistêmica e principalmente pela tópica, sendo este último o mais eficiente e eficaz. Por esses resultados, há evidências substanciais de que o timbó apresenta potencial para ser usado como inseticida natural e como medida alternativa de controle para a mosca-branca, apresentando-se como possibilidade na rotação da aplicação de produtos químicos comerciais e naturais, harmonizando com a proposta do manejo integrado de pragas.

Estudos futuros com diferentes solventes, métodos de extração e aplicação podem potencializar o efeito deste extrato no controle da mosca-branca.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, ao Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola (LEA) da UFAM, ao Laboratório de Entomologia e Biotecnologia da Embrapa Arroz e Feijão de Santo Antônio de Goiás/GO.

Referências

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-266.
- Alecio, M. R., Fazolin, M., Coelho Netto, R. A., Catani, V., Estrela, J. L. V., Alves, S. B., Corrêa, R. S., Andrade Neto, R. C. & Gonzaga, A. D. (2010). Ação inseticida do extrato de *Derris amazonica* Killip para *Cerotoma arcuatus* Olivier (Coleoptera: Chrysomelidae). *Acta Amazonica*, 40 (4), 719-728.

- Alecio, M. R., Fazolin, M., Oliveira, P. D. A., Estrela, J. L. V., Andrade Neto, R. D. C., Alves, S. B. & Veiga-Junior, V. F. (2014). Use of timbó (*Derris and Deguella*) to control agriculture pests. In: Gupta, V. K. (Ed.). *Utilisation and Management of Medicinal Plants Vol. 2*. Astral, 309-328.
- BFG (The Brazilian Flora Group) (2021). Brazilian Flora 2020: Leveraging the power of a collaborative scientific network. *Taxon*, 71(1), 178-198.
- Bosco, D., Loria, A., Sartor, C. & Cenis, J. L. (2006). PCR-RFLP Identification of *Bemisia tabaci* Biotypes in the Mediterranean Basin. *Phytoparasitica*, 34(3), 243-251.
- Calafiori, M. H., Santos, V. C. & De Witt, R. (2021). Avaliação de controle biológico e natural para mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) na produção de poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd). *Ecossistema*, 41(1), 85-99.
- Carvalho, S. S., Vendramim, J. D., De Sá, I. C. G., Silva, M. F. G. F., Ribeiro, L. P. & Forim, M. R. (2015). Efeito inseticida sistêmico de nanoformulações à base de nim sobre *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em tomateiro. *Bragantia*, 74(3), 298-306.
- Soares, T. N. de A. & Santos, C. A. B. (2021). Extratos vegetais com potencial para o controle da mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn.). *Natural Resources*, 11 (2), 22-29.
- Souza, A. P. & Vendramim, J. D. (2005). Efeito Translaminar, sistêmico e de contato de extrato aquoso de sementes de nim sobre *Bemisia tabaci* (genn.) biótipo B em tomateiro. *Neotropical Entomology*, 34 (1), 83-87.
- Emilie, D.; Mallent, M.; Menut, C.; Chandre, F.; Martin, T. (2015). Behavioral Response of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) to 20 Plant Extracts. *Journal of Economic Entomology*, 108(4), 1890-1901.
- Finney, D. J. (1971). *Probit analysis*. Cambridge University Press, 333p.
- Gallo, D.; Nakano, O., Sinval, S. N., Carvalho, R. P. L., Batista, G. C. D., Berti Filho, E., Parra, J. R. P., Zuchi, R. A. & Bat, S. (2002). *Entomologia Agrícola*. FEALQ, 920p.
- Haji, F. N. P., Ferreira, R. C. F. & Moreira, A. N. (2004). Descrição morfológica, aspectos biológicos, danos e importância econômica. In: Haji, F.N.P., Bleicher, E. *Avanços no manejo da mosca-branca Bemisia tabaci biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Embrapa Semi-Árido, 21-30.
- IDAM - Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas. (2021). Relatório de Atividades IDAM 2020. http://www.idam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/RAIDAM2020_web_vfinal.pdf.
- Inbar, M. & Gerling, D. (2008). Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. *Annual Review of Entomology*, 53, 431-448.
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45-66.
- Jesus, A. C. P., Mendonça, F. A. C. & Moreira, J. O. T. (2013). Atividade inseticida e modos de ação de extratos vegetais sobre mosca branca (*Bemisia tabaci*). *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, 6(1), 117-134.
- Laurenz, S., Schimidt, S., Balkenhol, B. & Meyhöfer, R. (2019). Natural enemies associated with the cabbage whitefly *Aleyrodes proletella* in Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 126(1), 47-54.
- Lorencetti, G. A. T., Mazaró, S. M., Potrich, M., Lozano, E. R., Barbosa, L. R., Luckmann, D. & Dallacort, S. (2015). Produtos Alternativos para controle de *Thaumastocoris peregrinus* e indução de resistência em plantas. *Floresta e Ambiente*, 22(4), 541-548.
- Lourenção, A.L., Krause-Sakater, R. & Valle, G. E. (2015). Mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B. In: Vilela, E.F. & Zuch, R.A (Eds.). *Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros*. FEALQ, 682-702.
- Lovatto, P. B., Goetze, M. & Thomé, G. C. H. (2004). Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. acephala). *Ciência Rural*, 34(4), 971-978.
- Machado, A. F., Castro e Silva, A., Ribeiro, H. C. T., Procópio, A. R. L., Pinheiro, C. C. S., Martins, J. R. S., Silva, W. C. (2013). Atividade biológica de extratos acetato de etila, etanólico e aquoso de timbó (*Lonchocarpus floribundus*) sobre carrapato bovino. *Acta Amazonica*, 43(2), 135-142.
- 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*, 137(1), 113-121.
- Mascaro, U. C. P., Rodrigues, L. A., Bastos, J. K., Santos, E. & Chaves da Costa, J. P. (1998). Valores de DL50 em peixes e no rato tratados com pó de raízes de *Derris* spp e suas implicações ecotoxicológicas. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 18(2), 53-56.
- Naranjo, S. E. & J. P. Legg (2010). Biology and ecology of *Bemisia tabaci*. In: P.A. Stansly & S.E. Naranjo (eds.), *Bemisia: bionomics and management of a global pest*. Springer, 105-107.
- Pena, M. R. (2012). *Bioatividade de extratos aquosos e orgânicos de diferentes plantas inseticidas sobre a mosca-negra-dos-citros, aleurocanthus woglumi Ashby 1915 (hemiptera: aleyrodidae)*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Amazonas, 188p.
- Polston, J. E., De Barro, P. & Boykin, L. M. (2014). Transmission specificities of plant viruses with the newly identified species of the *Bemisia tabaci* species complex. *Pest Management Science*, 70(10), 1547-1552.
- Rocha, V. B. da; Sujii, E. R. (2019). Extratos vegetais com potencial para o controle da mosca branca, *Bemisia tabaci*, em tomateiro. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 344 - INFOTECA-E. 39p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1108293>.

Rodrigues, S. & Silva, A. F. (2018). Plantas daninhas associadas à cultura do algodoeiro e hospedeiras de mosca-branca. *Arquivos do Instituto Biológico*, 85, 1-5.

Sharma, P. P., Pardeshi, A. B. & Vijigiri, D. (2011). Bioactivity of some medicinal plant extracts against *Musca domestica* L. *Journal of Ecobiotechnology*, 3(9), 14-16.

Simon-Delso, N., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L. P., Bonmatin, J. M., Chagnon, M., Downs, C., Furlan, L., Gibbons, D. W., Giorio, C., Girolami, V., Goulson, D., Kreuzweiser, D. P., Krupke, C. H., Liess, M., Long, E., McField, M., Mineau, P., Mitchell, E. A. D., Morrissey, C. A., Noome, D. A., Pisa, L., Settele, J., Stark, J. D., Tapparo, A., Van Dyck, H., Van Praagh, J., Van der Sluijs, J. P., Whitehorn, P. R. & Wiemers, M. (2015). Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 5–34.

Wang, S., Zhang, Y., Yang, X., Xie, W. & Wu, Q. (2017). Resistance monitoring for eight insecticides on the sweetpotato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) in China. *Journal of economic entomology*, 110(2), 660-666.

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