

WIVIANE FONSECA RIBEIRO

**TOXICIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM-PIMENTA (*Lippia
sidoides*) SOBRE A MOSCA BRANCA (*Bemisia tabaci*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Madelaine Venzon

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2019**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R484t
2019
Ribeiro, Wiviane Fonseca, 1985-
Toxicidade do óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia
sidoides*) sobre a mosca branca (*Bemisia tabaci*) / Wiviane
Fonseca Ribeiro. – Viçosa-MG, MG, 2019.
31 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Madelaine Venzon.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 26-31.

1. Inseticidas vegetais. 2. Timol. 3. *Lippia sidoides*.
4. Essências e óleos essenciais. 5. Hemíptera. 6. *Glycine max*.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária
Vegetal. II. Título.

CDD 22. ed. 632.9517

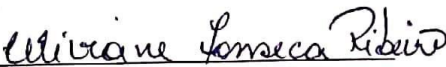
WIVIANE FONSECA RIBEIRO


**TOXICIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM-PIMENTA (*Lippia
sidoides*) SOBRE A MOSCA BRANCA (*Bemisia tabaci*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 05 de agosto de 2019.

Assentimento:


Wiviane Fonseca Ribeiro
Autora


Madelaine Venzon
Orientadora

DEDICATÓRIA

Ao meu filho Hugo pelo companheirismo e apoio em todas as etapas dessa caminhada;

Ao meu esposo Jairo Negreiros, pela paciência e compreensão;

Ao meu sogro Sr. Antônio, pela simplicidade e apoio;

À minha sogra Dona Maria pela calma e paciência;

Aos meus pais Selma e Helvécio, vocês foram a inspiração para seguir em frente;

Aos meus irmãos Weslaine, Leilaine, Cíntia, Wexiley, Weslyan, Wilber e Wildemar;

Aos meus sobrinhos Heitor, Carlos, Sophia, Catarina, Samanta e Yasmin;

Aos amigos de mestrado Raimundo e esposa Nágliã, Sindoval, Maurício, Bráulio e
Gervásio,

A todos dedico.

AGRADECIMENTOS

À professora e orientadora Madelaine Venzon pela paciência e dedicação;

Ao professor Paulo Roberto Cecon pelo carinho e ajuda nas análises estatísticas;

Ao Dr. Adilson Sartoratto pela análise e identificação dos constituintes do óleo essencial;

À Maira pelo apoio e ajuda no desenvolver de cada etapa;

À Fernanda pela presteza e acompanhamento no desenvolver do projeto;

Aos amigos Nardele Felício e Rennan Bastos pela amizade e apoio;

Aos colegas de laboratório que se mostraram sempre dispostos a ajudar: Taís, Elem, Jéssica e Álvaro.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

RESUMO

RIBEIRO, Wiviane Fonseca, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2019. **Toxicidade do óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) sobre a mosca branca (*Bemisia tabaci*)**. Orientadora: Madelaine Venzon.

Com a busca constante por novas alternativas no controle de pragas, e com o aumento da produção agrícola, a utilização de produtos alternativos vêm se tornando cada vez mais comum, como os obtidos de plantas ricas em compostos bioativos. Esses compostos podem possuir ação repelente, inseticida, acaricida, fungicida ou atrativas de insetos, auxiliando no controle de pragas. Na maioria dos casos, esses produtos são menos tóxicos aos organismos benéficos, ao homem e ao meio ambiente. O alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) possui compostos, como o timol e carvacol, capazes de repelir, inibir a alimentação, oviposição e crescimento populacional de pragas. O presente trabalho objetivou determinar a metodologia de aplicação e a toxicidade de soluções à base de óleo essencial de *L. sidoides* sobre a mosca-branca (*Bemisia tabaci*). As folhas de *L. sidoides* foram coletadas no campo experimental Vale do Piranga, em Oratórios-MG, e o óleo foi obtido a partir do processo de hidrodestilação. A identificação dos compostos foi realizada através de cromatografia gasosa, onde o principal constituinte foi o timol (79,79%). A obtenção das moscas-brancas para os ensaios, deu-se a partir da captura de insetos oriundos de um cultivo de repolho (*Brassica oleracea* var. capitata) em estufa no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa. Os tratamentos consistiram em diluições de 0,25; 0,50 e 1,0 % do óleo essencial de alecrim-pimenta, e o controle foi representado por solução composta de água destilada e Tween[®] 80 (0,05%). Foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro obtido pelo método de pulverização de solução à base do óleo essencial em discos foliares de soja (*Glycine max*), e o segundo a partir da imersão de folíolos de soja em solução à base de óleo essencial de alecrim-pimenta. O método de pulverização apresentou 64% de mortalidade das moscas-brancas no controle, não sendo o mais adequado para obtenção de resultados. Alguns fatores interferiram diretamente no resultado, tais como: falta de durabilidade dos discos foliares; alteração da cor das folhas; umidade provocada nas arenas construídas em placa de Petri. Já, o método de imersão mostrou eficiência para avaliar a ação inseticida das soluções à base de óleo essencial de alecrim-pimenta. A eficiência pode variar de acordo com a dose e tempo de aplicação.

Palavras-chave: Timol. Hemiptera. Inseticida botânico. *Glycine max*.

ABSTRACT

RIBEIRO, Wiviane Fonseca, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, August, 2019. **Toxicity of the essential oil of Rosemary-pepper (*Lippia sidoides*) on the whitefly (*Bemisia tabaci*).** Adviser: Madelaine Venzon.

With the constant search for new alternatives in pest control, and with the increase in agricultural production, the use of alternative products has become increasingly common, such as those obtained from plants rich in bioactive compounds. These compounds may have insect repellent, insecticide, acaricide, fungicide or insect attractant action, assisting in pest control. In most cases, these products are less toxic to beneficial organisms, humans and the environment. Rosemary pepper (*Lippia sidoides*) has compounds such as thymol and carvacrol that can repel, inhibit feeding, oviposition and population growth of pests. The present work aimed to determine the methodology of application and toxicity of solutions of essential oils based on *L. idosides* on the whitefly (*Bemisia tabaci*). The leaves of *L. sidoides* were collected in the Vale do Piranga experimental field, in Oratorio-MG, and the oil was obtained from the hydrodistillation process. The compounds were identified by gas chromatography, where the main constituent was thymol (79.79%). The whiteflies were obtained for the tests by capturing insects from a cabbage (*Brassica oleracea* var. Capitata) cultivation in a greenhouse at the Department of Entomology, Federal University of Viçosa. Treatments consisted of 0.25 dilutions; 0.50 and 1.0% of the essential oil of *L. idosides*, and the control was represented by a solution composed of distilled water and Tween® 80 (0.05%). Two experiments were carried out, the first obtained by spraying the essential oil solution on soybean leaf discs (*Glycine max*), and the second from the immersion of soybean leaflets in *L. idosides* essential oil solution. The spraying method presented 64% mortality of whiteflies in the control, not being the most adequate to obtain results. Some factors directly affected the result, such as: lack of durability of leaf discs; change in leaf color; moisture caused in the arenas built in petri dishes. The immersion method showed efficiency to evaluate the insecticidal action of the essential oil-based solutions of rosemary. Efficiency may vary with dose and application time.

Keywords: Thymol. Hemiptera. Botanical insecticide. *Glycine max*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1. Cultivo, colheita e secagem de <i>Lippia sidoides</i> em sistemas de cultivos orgânicos	12
2.2. Extração do óleo essencial de <i>Lippia sidoides</i>	12
2.3. Identificação e quantificação dos constituintes químicos do óleo essencial de <i>Lippia sidoides</i>	12
2.4. Obtenção da mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i>)	13
2.5. Experimentos	13
2.5.1. Pulverização de soluções à base óleo essencial de alecrim-pimenta (<i>L. sidoides</i>) em discos foliares de soja (<i>Glycine max</i>)	13
2.5.2. Imersão de folíolos de soja (<i>Glycine max</i>) em solução de óleo essencial de alecrim-pimenta (<i>L. sidoides</i>)	15
2.5.3. Análises estatísticas	17
3. RESULTADOS	18
3.1. Composição e quantificação dos constituintes químicos do óleo essencial de <i>Lippia sidoides</i>	18
3.2. Pulverização de soluções à base óleo essencial de alecrim-pimenta (<i>L. sidoides</i>) em discos foliares	19
3.3. Imersão de folíolos de soja (<i>Glycine max</i>) em solução de óleo essencial de alecrim-pimenta (<i>L. sidoides</i>).....	19
4. DISCUSSÃO	23
5. CONCLUSÕES	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, houve mudanças significativas nas técnicas agrícolas aplicadas à proteção de plantas em todo o mundo, incluindo o uso extensivo de agrotóxicos para controle de doenças e pragas (Ribas & Matsumura, 2009). Porém, o uso desses produtos de maneira indiscriminada, vêm gerando problemas ao homem e ao meio ambiente, poluindo a água e o ar e contaminando os alimentos (Andrade & Lourencetti, 2011). Além disso, outros efeitos oriundos da aplicação indiscriminada de agrotóxicos podem ocorrer, tais como: ressurgimento de pragas-alvo, aparecimento de novas pragas e desenvolvimento de organismos resistentes.

Com a busca constante por medidas alternativas ao controle químico, que tem alto custo econômico e que provoca grandes impactos ambientais e ao homem, pesquisas voltadas à utilização de métodos de controle mais seguros, como uso de extratos e outras substâncias obtidas a partir de plantas, demonstram grande potencial no controle de pragas (Menezes, 2005). Além disso, com o crescimento da produção e, conseqüentemente, do consumo de alimentos orgânicos no país, a utilização de produtos alternativos vêm aumentando, buscando-se a substituição aos agrotóxicos (Venzon *et al.*, 2010). Nesse contexto, destaca-se a utilização dos inseticidas botânicos.

Inseticidas botânicos são produtos derivados de plantas que, ao longo de sua evolução, desenvolveram sua própria defesa química contra os insetos herbívoros, sintetizando metabólitos secundários com propriedades inseticidas, ou seja, são atividades biológicas produzidas pelas plantas em resposta aos estímulos do meio ambiente (Moreira, 2006). Esses inseticidas são derivados das plantas ou partes das mesmas, podendo ser o próprio material vegetal, normalmente triturado até ser reduzido a pó, ou seus produtos derivados por extração aquosa ou com solventes orgânicos ou através do processo de destilação (Wiesbrook, 2004; Menezes, 2005). No Brasil, os inseticidas botânicos foram muito utilizados entre as décadas de 30 e 40 (Aguiar-Menezes, 2005).

Com o passar do tempo, os inseticidas botânicos por apresentarem diversas falhas como variações na eficiência e efeito residual baixo, fazendo com que várias aplicações fossem realizadas em curto intervalo de tempo, foram substituídos pelos sintéticos (Costa *et al.*, 2004). Nos últimos anos, o interesse pelos inseticidas botânicos aumentou novamente, por apresentarem compostos naturais menos agressivos ao homem e ao meio ambiente, fatores somados à crescente busca por alimentos saudáveis e sem a presença de agrotóxicos (Kin *et al.*, 2003).

Ao longo dos anos, muitos problemas surgiram, decorrentes da utilização de produtos químicos, demonstrando uma necessidade por novos tipos de produtos com agentes de controle mais seletivos e menos impactantes ao homem e ao meio ambiente (Kin *et al.*, 2003; Menezes, 2005). As plantas são utilizadas como fontes naturais de compostos bioativos, havendo a produção de substâncias através de sistema de defesa da planta de maneira constitutiva ou induzida. O sistema de defesa constitutiva se dá onde os compostos químicos presentes na planta dificultam o acesso de herbívoros, podendo influenciar o ciclo de vida, desenvolvimento e reprodução dos insetos (Menezes, 2005). Já o sistema de defesa induzida, ocorre a partir da ação dos insetos sobre a planta, induzindo a mudança na morfologia ou fisiologia melhorando o desempenho do vegetal (Santos, 2016).

Os produtos de origem botânica com atividade inseticida tornam-se uma opção interessante para o produtor, trazendo algumas vantagens como: menor custo operacional, são biodegradáveis, não contaminam o meio ambiente, possuem ação rápida, alguns preservam os inimigos naturais (seletivos), tem menor probabilidade de resistência das pragas aos compostos e, em geral, são menos tóxicos aos organismos benéficos, aos homens e ao meio ambiente (Corrêa, 2011). Alguns compostos botânicos têm ação inseticida comprovada como: piretrinas, rotenona, nicotina, cevadina, veratridina, rianodina, quassinoides e a azadiractina.

A mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma praga de grande importância agrícola. Os primeiros relatos da introdução dessa praga no Brasil datam de 1923 (Bondar 1928, citado por Haji *et al.* 1997). Na década de 90, a mosca-branca causou grandes perdas econômicas devido a infestações principalmente em olerícolas (Lourenção & Nagai, 1994; França *et al.*, 1996; Villas Boas *et al.*, 1997). Atualmente, encontra-se distribuída em todo o Brasil, provocando sérios problemas principalmente em cultivos de feijão, soja e hortaliças (Villas Boas, 2005).

A mosca branca é polífaga, se alimenta da seiva de diversas espécies de plantas, provocando diversos danos diretos e indiretos. Os danos diretos são causados em decorrência da retirada da seiva do floema e introdução de toxinas (enzimas digestivas), causando alterações no desenvolvimento e reprodução da planta, reduzindo a produtividade e qualidade dos grãos (Villas Boas *et al.*, 2005). Os danos indiretos decorrem da secreção açucarada dos insetos, que favorece o desenvolvimento do fungo *Capnodium* sp., causador da fumagina. O fungo cresce e recobre as folhas transmitindo

viroses para as plantas, reduzindo a capacidade fotoquímica em função da diminuição da disponibilidade de luz, a transmissão de diversos vírus é o principal dano indireto causado pela praga (Lemos Filho & Paiva, 2006).

Por ser considerada uma praga de grande impacto sobre as culturas, já foi diagnosticada em aproximadamente 900 espécies de plantas anuais e herbáceas pertencentes a mais de 80 famílias botânicas (Mound & Halsey, 1978; Brow *et al.*, 1995; Oliveira, 2000; Oliveira *et al.*, 2005; Lacerda & Carvalho, 2008). Dentre as espécies hospedeiras de *B. tabaci*, destacam-se o feijoeiro e feijão-vagem, tomateiro, pimenteira, algodoeiro, meloeiro, hibisco, crisântemo, couve, soja, jiló e maracujá (Oliveira *et al.*, 1998; Oliveira, 2005). Foi citada também a presença dessa praga em espécies da família Myrtaceae especificamente nos gêneros *Eugenia* e *Psidium* (Mound & Halsey, 1978; Cock, 1986) e em eucalipto (Ferreira *et al.*, 2008).

O gênero *Lippia* (Verbenaceae) naturalmente encontrado na América do Sul e Central, possui aproximadamente 200 espécies de ervas, arbustos e pequenas árvores (Pascual, 2001). Possui aroma agradável e marcante, tornando-se atrativo para os insetos polinizadores em período de floração. Dentre os metabólitos secundários encontrados nas folhas destacam-se os compostos fenólicos ou polifenóis, representando um importante grupo de compostos bioativos (Kris-Etherton *et al.*, 2002).

Estudos com *Lippia sidoides* descrevem a presença de flavonóides, quinonas, triterpenos, lignanas, esteroides livres, glicosilados e ácidos orgânicos (Costa, 2002). A espécie *L. sidoides* causa inúmeros efeitos sobre insetos, tais como: repelência, inibição da alimentação, oviposição e crescimento, alterações morfogênicas, alterações do crescimento hormonal, alteração no comportamento sexual, esterilização de adultos, mortalidade na fase imatura ou adulta, entre outros. (Carvalho *et al.*, 2003; Lima *et al.*, 2008).

É comumente encontrado na região Nordeste do Brasil e norte do estado de Minas Gerais. Essa espécie aromática é conhecida popularmente como alecrim-pimenta. Suas folhas e flores são utilizadas para fins medicinais e o óleo essencial possui alto valor comercial. Dentre os constituintes químicos do óleo de alecrim-pimenta, destacam-se o timol e carvacrol, são compostos majoritários que apresentam propriedades antisséptica, antimicrobiana, antifúngica, antioxidante e anti-inflamatória (Costa, 2007).

O óleo essencial de *L. sidoides* possui ação inseticida comprovada sobre larvas do mosquito *Aedes aegypti*, vetor da dengue (Carvalho *et al.*, 2003; Lima *et al.*, 2013) e

sobre o besouro *Tenebrio Molitor*, mostrando eficiência na mortalidade de adultos dessa praga (Lima *et al.*, 2011). Possui ainda potente ação fúngica e bactericida (Lemos, 1990; Lacoste, 1996), como demonstrado para as bactérias de alimentos *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli* (Bertini *et al.*, 2005) e sobre o fungo *Candida albicans* (Botelho *et al.*, 2007). É relatado também seu efeito biocida contra o *Plasmodium falciparum* e *P. berghei*, protozoários causadores da malária (Mota *et al.*, 2012).

Diante da importância de buscar novas alternativas em substituição aos agrotóxicos para o controle de pragas, o objetivo deste trabalho foi determinar a metodologia de aplicação e a toxicidade de soluções à base de óleo essencial de *L. sidoides* sobre a mosca-branca (*B. tabaci*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Cultivo, colheita e secagem de *Lippia sidoides* em sistemas de cultivos orgânicos

A espécie *L. sidoides* foi cultivada em sistema orgânico localizado no Campo Experimental Vale do Piranga, em Oratórios /MG, Brasil (Latitude 20° 25' 50" S e longitude 42° 48' 20" W), pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) no ano de 2019. A parte aérea foi colhida em abril de 2019, durante o período da manhã. As folhas foram destacadas dos ramos, acondicionadas em sacos de papel e submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 40°C (Silva & Casali, 2000). Após a secagem, as embalagens de papel contendo as amostras foram envolvidas em sacos de polietileno com 30 cm de comprimento. Os sacos foram vedados e armazenados até o momento da utilização e extração do óleo essencial.

2.2. Extração do óleo essencial de *Lippia sidoides*

A extração do óleo foi feita por hidrodestilação em aparelho do tipo *Clevenger* até haver a separação dos compostos (Farmacopéia Brasileira, 2010). Em balão de fundo redondo, adicionaram-se 1000 mL de água destilada e 50 g de folhas secas (Ming *et al.*, 1996). O balão foi colocado em manta aquecedora até a ebulição da mistura durante 2h e 30 min. O óleo foi separado da água por diferença de densidade dos constituintes, após arrastar os compostos voláteis até o condensador (Santos *et al.*, 2004). O óleo foi analisado por cromatografia gasosa (CG-MS) visando a identificação dos constituintes químicos conforme a metodologia descrita (Adams, 1995).

2.3. Identificação e quantificação dos constituintes químicos do óleo essencial de *Lippia sidoides*

A identificação dos constituintes voláteis foi realizada utilizando um cromatógrafo a gás Agilent, modelo HP-6890, equipado com um detector seletivo de massas Agilent, modelo HP-5975 e uma coluna capilar HP-5MS (30m x 0,25mm x 0,25µm). A análise foi realizada no modo de injeção splitless, com as seguintes temperaturas: injetor a 220°C, coluna a 60°C, com rampa de aquecimento de 3°C·min⁻¹ e temperatura final de 240°C e detetor a 250°C. Hélio foi utilizado como gás de arraste numa vazão de 1 mL·min⁻¹. Uma amostra de óleo essencial foi dissolvida em acetato de etila (20 mg·mL⁻¹) para as análises. Os índices de retenção (IR) foram determinados por injeção de padrões de hidrocarbonetos e as amostras de óleo

essencial sob as mesmas condições. Os componentes do óleo foram identificados por comparação com os dados da literatura (Adams, 2007) e os perfis da biblioteca de massa espectral Nist-11.

2.4. Obtenção da mosca-branca (*Bemisia tabaci*)

A obtenção das moscas brancas para os ensaios deu-se a partir da captura de insetos oriundos de um cultivo de repolho (*Brassica oleracea* var. capitata) em estufa no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa. As moscas foram coletadas com auxílio de sugador composto por PVC e *voil*. Após a sucção, as moscas foram colocadas em pequenos tubos de ensaio com tampa para evitar danos às pragas, em seguida esses tubos foram levados até o Laboratório de Entomologia da EPAMIG onde as moscas foram imediatamente utilizadas nos experimentos.

2.5. Experimentos

Foi adicionado 1 mL de óleo essencial de alecrim-pimenta, 1 mL de Tween[®] 80 (0,05%) e 98,0 mL de água destilada em *Erlenmayer* com capacidade para 200 mL em seguida o material foi agitado por 10 minutos, resultando em uma solução contendo 1,0 % de óleo essencial. A partir da solução obtida, foram feitas diluições com água destilada e Tween[®] 80 (0,05%), para obtenção de soluções contendo 0,25 e 0,50% de óleo essencial. O controle foi representado por solução composta por água destilada e Tween[®] 80 (0,05%). As diluições foram obtidas através da fórmula química: $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$, onde C_1 e V_1 são as concentrações e volumes iniciais e C_2 e V_2 são as concentrações e volumes finais.

2.5.1. Pulverização de soluções à base óleo essencial de alecrim-pimenta (*L. sidoides*) em discos foliares de soja (*Glycine max*)

A ação tóxica do óleo de alecrim-pimenta sobre a mosca branca foi avaliada pelo método de pulverização. Arenas para observação da toxicidade, foram preparadas em placas de Petri de 6 cm de diâmetro contendo ágar (5 %), para a conservação da superfície da folha. Antes da solidificação do ágar, cada placa recebeu um disco foliar de soja (*Glycine max*) com 5 cm de diâmetro, oriundas de plantas cultivadas em casa de vegetação. Em seguida, as folhas foram transportadas até o laboratório onde foram higienizadas com auxílio de água. Após essa etapa, as folhas foram colocadas em superfície coberta por papel toalha para que houvesse a secagem completa (Figura 1).

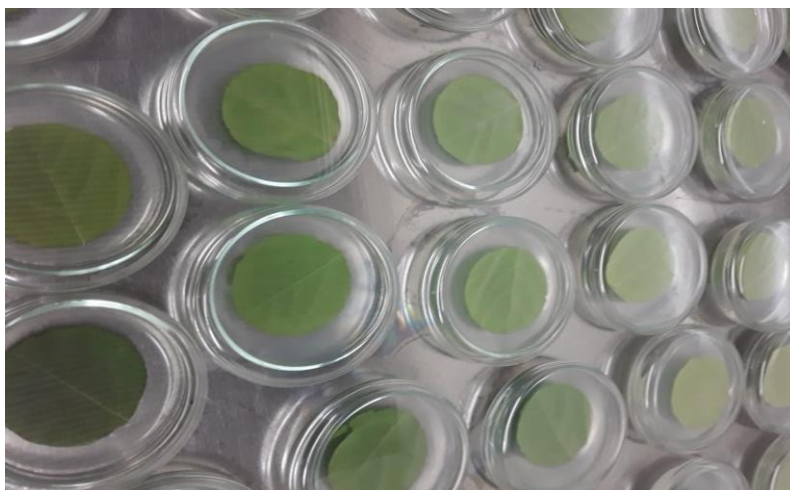


Figura 1: Arenas compostas por discos de folhas de soja (*Glycine max*), fixados em placas de Petri contendo solução de ágar, para observação da toxicidade do óleo essencial de alecrim-pimenta sobre a mosca-branca.

Após essa etapa, os discos das folhas foram pulverizados com auxílio de um compressor (COMPARASIL) com pressão de 0,7 Mpa. Para cada repetição foram aplicados 1,0 mL de solução sobre cada arena em concentrações 0,25; 0,50 e 1,0 % de óleo essencial de alecrim-pimenta; no controle (0%) pulverizou-se solução de água destilada e Tween[®] 80 (0,05%).

As arenas foram colocadas em estufa com temperatura de 30°C para a secagem completa da superfície das folhas (Figura 2). Em seguida, foram inseridos cinco moscas-brancas sobre cada arena com o auxílio de sugador composto por PVC e *voil*. As placas foram vedadas com tampas, para evitar a fuga dos insetos, e mantidas em sala climatizada com temperatura entre 25 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ e 14 horas de fotofase por período de 48 h. Foram avaliados mortalidade e oviposição das moscas-brancas 24 e 48 horas após a montagem.

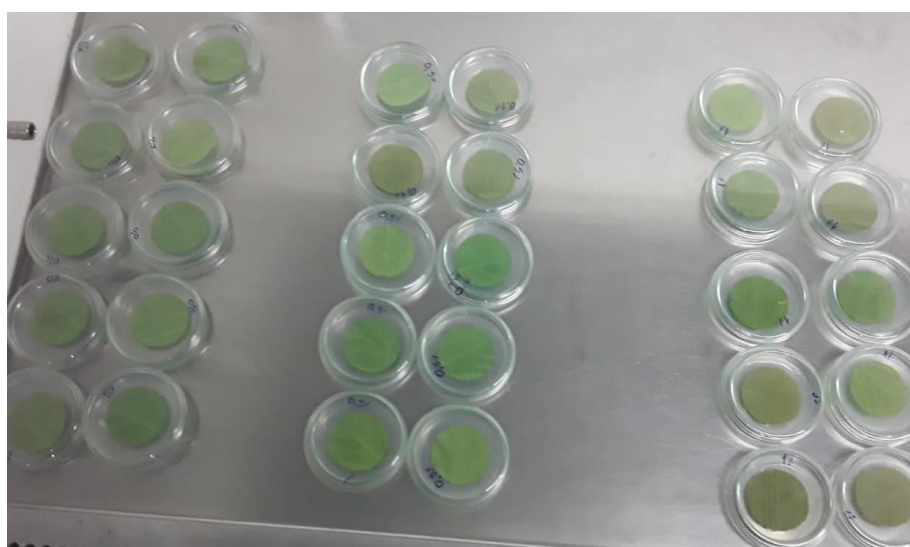


Figura 2: Arenas compostas por discos de folhas de soja (*Glycine max*), contendo solução à base de óleo essencial de alecrim-pimenta nas concentrações de 0,25; 0,5 e 1,0 %.

2.5.2. Imersão de folíolos de soja (*Glycine max*) em solução de óleo essencial de alecrim-pimenta (*L. sidoides*)

Folíolos de soja (*Glycine max*) obtidos a partir do cultivo em casa de vegetação, foram higienizados com água e colocados para secar em superfície coberta por papel toalha para a retirada da umidade. Posteriormente foram imersos por 5 segundos em soluções contendo 0,25; 0,50 e 1% de óleo essencial de alecrim-pimenta, para o controle foi utilizada solução contendo água destilada e Tween® 80 (0,05%) (Figura 3). O pecíolo dos folíolos foi introduzido em arenas que foram compostas por tampas de frascos de tubos plásticos com 2 cm de diâmetro e envolvidos com plástico filme, em seguida foram feitos pequenos furos em cada superfície, posteriormente adicionou-se 2 mL de água no interior de cada uma com o auxílio de uma pipeta para evitar a desidratação dos folíolos (Figura 3).



Figura 3: Imersão de folíolos em solução à base de óleo essencial de alecrim-pimenta.

Após a imersão, os folíolos foram colocados sobre papel toalha em temperatura ambiente até a secagem completa da solução aderida na superfície. Em seguida, foram utilizados para a montagem do experimento, o pecíolo de cada amostra foi imerso em água para evitar a desidratação (Figura 4).



Figura 4: Pecíolo do folíolo de soja em arena contendo água destilada.

Em seguida, as arenas foram colocadas em recipientes plásticos transparentes com capacidade para 200 mL. Com o auxílio de sugadores compostos por tubo de PVC transparente, tecido *voil* de coloração branca e pontas de pipeta com capacidade de 1mL, foram inseridos em cada pote 5 adultos de mosca branca. Os recipientes foram selados com plástico filme para evitar a fuga dos insetos, pequenos orifícios foram feitos em cada recipiente para que houvesse oxigenação no interior dos recipientes, em seguida foram mantidos em sala climatizada com temperatura entre 25 ± 2 °C, UR $60 \pm 10\%$ e 14 horas de fotofase, por período de 48 horas, foram avaliados a mortalidade e oviposição das moscas brancas a 24 e 48 horas após a montagem (Figura 5).



Figura 5: Recipientes selados para evitar a fuga das moscas brancas.

2.5.3. Análises estatísticas

Foram realizados dois experimentos, onde cada um foi montado em delineamento experimental inteiramente casualizado, consistindo em quatro tratamentos e dez repetições cada, a partir de solução a base de óleo essencial de alecrim-pimenta à saber: 0,25; 0,50 e 1,0 %, para o controle (0%) foi utilizado solução contendo água destilada e Tween® 80 (0,05%). As variáveis foram avaliadas por análise de regressão ou LRP- *Linear Response Plateau* (Broken Line), a partir do programa SAEG- *Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas* (Universidade Federal de Viçosa, 1982).

3. RESULTADOS

3.1. Composição e quantificação dos constituintes químicos do óleo essencial de *Lippia sidoides*

Os compostos identificados e quantificados do óleo essencial de *L. sidoides* são mostrados na Tabela 1, totalizando 21 compostos, o que corresponde a 99,84%. Os principais constituintes do óleo foram o timol (79,79%), trans-carofileno (5,00%), para-cimeno (4,70%). Em quantidades menores, foram encontrados o carvacrol (0,26%) e o alfa-pineno (0,14%).

Tabela 1: Composição química do óleo essencial das folhas de alecrim-pimenta (*L. sidoides*), cultivado em sistema orgânico no Campo Experimental Vale do Piranga, em Oratórios /MG, 2019.

Constituintes	(%)	IR*
Alfa-tujeno	0,44	925
Alfa-pineno	0,14	932
Beta-mirceno	0,77	990
Alfa-terpineno	0,78	1016
Para-cimeno	4,70	1024
Limoneno	---	1027
1,8-cineol(eucaliptol)	0,48	1029
Gama-terpineno	2,40	1057
Ipsdienol	0,64	1145
Terpin-4-ol	0,56	1176
Timol, metil éster	0,68	1233
Timol	79,79	1302
Carvacrol	0,26	1306
Alfa-copaeno	0,39	1373
Trans-carofileno	5,00	1416
aromadendreno	0,39	1435
Alfa-humuleno	0,33	1450
Hidroxí anisol butilato	0,53	1486
M=204	0,54	1491
Delta-cadineno	0,34	1520
Óxido de cariofileno	0,68	1578
Total identificado		99,84%

*IR= Índice de Retenção

3.2. Pulverização de soluções à base óleo essencial de alecrim-pimenta (*L. sidoides*) em discos foliares

Após 24 h de aplicação, a solução na concentração de 1,0 % de óleo essencial resultou na maior mortalidade de moscas brancas, atingindo 44,0 %. Nas demais concentrações a PMM foi menor, sendo a menor mortalidade média na concentração 0,25 %, onde 14,0 % das moscas morreram. Numericamente, todos os tratamentos foram superiores à testemunha, que apresentou mortalidade de 6,0 % (Tabela 2).

Tabela 2: Média e desvio padrão de porcentagem de moscas brancas mortas (PMM) a 24 e 48 horas após a aplicação de solução a base de óleo essencial de alecrim pimenta.

Dose	PMM	
	24 h	48 h
0,0	6,00 ± 13,49	64,00 ± 37,47
0,25	14,00 ± 26,74	48,00 ± 30,11
0,50	20,00 ± 18,85	68,00 ± 21,49
1,0	44,00 ± 29,51	96,00 ± 12,64

Após 48 horas, a solução contendo 0,25 % de óleo essencial apresentou 48,0 % de mortalidade dos insetos, sendo menor que testemunha, a qual apresentou mortalidade média de 64,0 %. A solução na concentração de 1,0 % apresentou a maior mortalidade média, causando 96,0 % de mortalidade da mosca branca.

Durante o período de observação foi possível identificar oviposição de moscas brancas somente nas amostras do controle (0%) contendo Tween[®] 80 (0,05%) e água destilada, nas primeiras 24 horas foram totalizados 16 ovos e após 48 horas foram identificados 39 ovos sobre os discos foliares de soja.

3.3. Imersão de folíolos de soja (*Glycine max*) em solução de óleo essencial de alecrim-pimenta (*L. sidoides*)

Na imersão dos folíolos em solução à base de óleo de alecrim-pimenta, todos os tratamentos foram numericamente superiores à testemunha (Tabela 3). Após 24 h da aplicação da solução à base de óleo essencial de alecrim-pimenta, a concentração 0,25 % matou 54,0 % dos insetos; já na concentração 0,50 %, 78,0 % dos insetos morreram. A maior média foi obtida com a concentração 1,0 %, a qual resultou em 90,0 % de mortalidade da praga. Após 48 h, a concentração 0,25 % de solução à base de óleo

essencial resultou em 96,0 % de mortalidade. Já as concentrações 0,50 e 1,0 % causaram 100 % de mortalidade da mosca branca.

Tabela 3: Média e desvio padrão de porcentagem de moscas brancas mortas (PMM) a 24 e 48 h após a aplicação.

Dose	PMM	
	24 h	48 h
0 %	4,00 ± 8,43	16,00 ± 15,77
0,25 %	54,00 ± 23,19	96,00 ± 12,64
0,50 %	78,00 ± 11,35	100 ± 0,00
1,0 %	90,00 ± 10,54	100 ± 0,00

Os resultados obtidos a partir das equações de regressão (Tabela 4) mostram que nas primeiras 24 horas as soluções entre 0,4 e 1,0% de óleo essencial apresentaram eficiência de 84% sobre a mosca branca, já em 48 horas o percentual de moscas mortas foi de 100% através de concentrações com 0,26 e 1,0% de óleo essencial de alecrim-pimenta.

Tabela 4: Equações de regressão ajustadas para porcentagem de moscas brancas mortas (PMM) entre 24 e 48 horas em função das doses de alecrim-pimenta.

PMM	Equações ajustadas	
24h	$Y_1 = 4 + 200 \times \text{dos}$	$0 \leq \text{dos} < 0,4$
	$Y_2 = 84,0$	$0,4 < \text{dos} \leq 1,0$
48h	$Y_1 = 16 + 320 \times \text{dos}$	$0 \leq \text{dos} < 0,26$
	$Y_2 = 100$	$0,26 \leq \text{dos} \leq 1,0$

A figura 6 apresenta a porcentagem de mortalidade de moscas brancas submetidas a soluções com diferentes concentrações de óleo essencial de alecrim-pimenta avaliadas após 24 h. A análise de regressão demonstra que a PMM é crescente até a concentração 0,4 %, a partir da qual permanece constante até a concentração de 1,0 %. Neste intervalo constante, a mortalidade foi de 84,0 %.

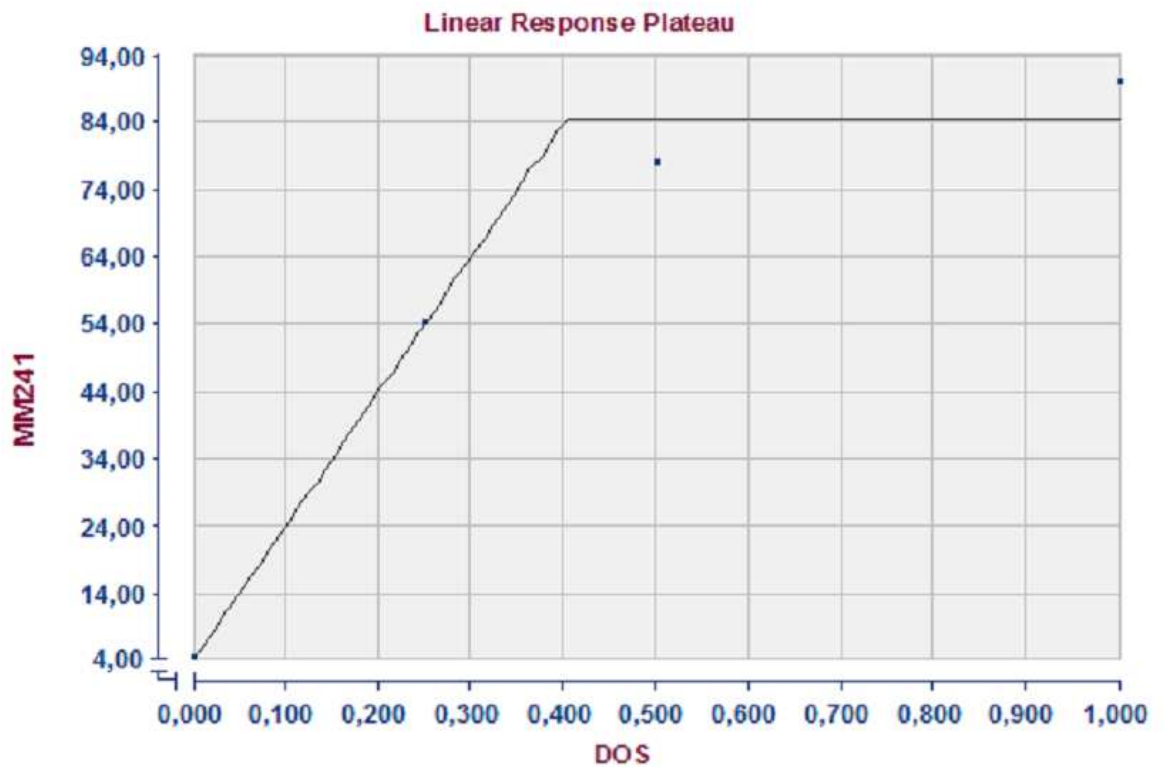


Figura 6: Porcentagem de mortalidade de mosca branca (*B. tabaci*) submetida a diferentes concentrações de óleo de alecrim-pimenta (*L. sidoides*) avaliadas após 24 h; o eixo vertical refere-se à porcentagem de mortalidade das moscas brancas e o eixo horizontal representa a concentração de solução à base de óleo essencial (%).

De acordo com a análise estatística, 48 horas após a aplicação da solução em concentração entre 0,26% e 1,0% do óleo à base de alecrim-pimenta sobre a mosca branca, a taxa de mortalidade foi 100% (Figura 7).

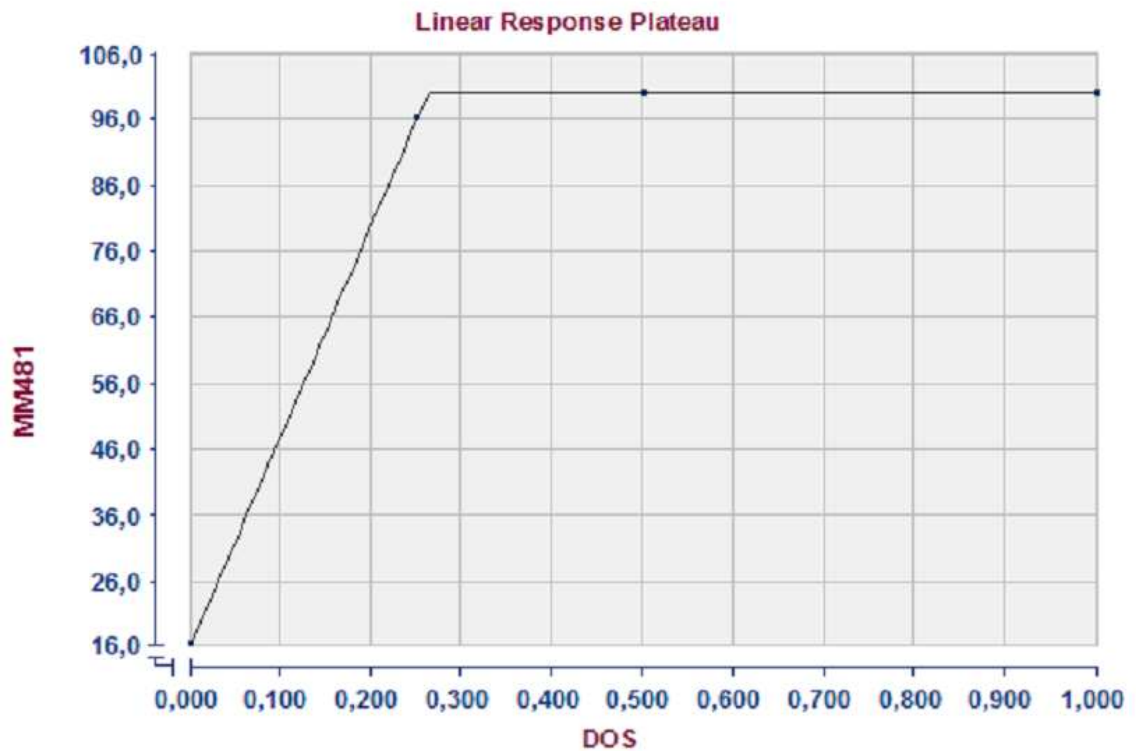


Figura 7: Porcentagem de mortalidade de mosca branca (*B. tabaci*) submetida a diferentes concentrações de óleo essencial de alecrim-pimenta (*L. sidoides*) após 48 h de avaliação; o eixo vertical refere-se à porcentagem de mortalidade das moscas brancas e o eixo horizontal representa a concentração de solução a partir de óleo essencial (%).

Durante o período de observação foi possível identificar oviposição de algumas moscas brancas somente no controle (0%) contendo Tween[®] 80 (0,05%) e água destilada, nas primeiras 24 horas foram totalizados 32 ovos e após 48 horas foram identificados 76 ovos sobre os folíolos de soja.

4. DISCUSSÃO

A composição química do óleo essencial de *L. sidoides*, quando comparados com os de outros autores, apresentou variações onde os principais constituintes eram o timol 56,70% e o carvacrol 16,70% (Botelho *et al.*, 2007). Essas diferenças podem ser explicadas pelos procedimentos analíticos empregados, ou seja, uma variação do quantitativo de compostos a partir da metodologia utilizada para a extração (Sousa *et al.*, 2002), condições climáticas, horário da coleta, tipo de plantio, local de cultivo, idade da planta, além de outros fatores (Leal *et al.*, 2003).

O modo de ação do timol e carvacrol está relacionado com a sinergia entre os compostos e com a inibição da enzima acetilcolinesterase, ou seja, apresentam a capacidade de atravessar a membrana celular, podendo causar alterações na membrana plasmática do microrganismo, esta ação pode estar associada com as características físico-químicas das moléculas, levando em consideração as características lipofílicas e hidrofílicas ao mesmo tempo (Almeida, 2015).

De acordo com os dados obtidos, o método de pulverização de óleo essencial sobre as folhas de soja e a manutenção em placas de Petri fechadas, não é o indicado para esse tipo de experimento, pois alguns fatores interferiram diretamente no resultado, tais como: falta de durabilidade dos discos de folha de soja; alteração da cor das folhas; umidade provocada nas arenas construídas em placa de Petri, interferindo diretamente na taxa de mortalidade das moscas brancas.

As soluções à base de óleo essencial de alecrim-pimenta nas concentrações de 0,25; 0,50 e 1,0 % apresentaram efeito inseticida 24 h após a aplicação, demonstrando que essa espécie possui atividade inseticida sobre a mosca branca, 48 h após a aplicação, concentrações superiores a 0,26 % podem promover 100 % de mortalidade das moscas brancas. O tempo de ação da solução interfere diretamente no controle da mosca branca, pois inseticidas com ação rápida pode diminuir a transmissão de viroses.

A ausência de oviposição nos tratamentos com óleo essencial de alecrim-pimenta pode estar relacionada com a ação desse sobre a mosca branca, interferindo diretamente no ciclo de vida do inseto. O carvacrol e timol, são substâncias voláteis capazes de interferir diretamente nas funções fisiológicas dos insetos (Almeida, 2015). A ação tóxica desses compostos está diretamente relacionada as espécies de insetos, fase de desenvolvimento e condições experimentais (Lima *et al.*, 2011).

O óleo essencial de *L. sidoides* possui constituintes químicos com ação sobre insetos, destacando-se como constituinte majoritário timol. De acordo com estudos, o

óleo essencial dessa espécie apresenta ação larvicida contra larvas de terceiro estágio do mosquito *Aedes aegypti*, obtendo 100% de mortalidade após 10 minutos do tratamento (Maria & Silva 2005).

O timol, é constituinte majoritário do óleo essencial de alecrim pimenta e foi observada sua atividade larvicida no mosquito *A. aegypti* (Carvalho *et al.*, 2003), em fêmeas do mosquito a ação do óleo essencial inibiu a eclosão de ovos e a oviposição (Lima *et al.*,2013). Em *Tenebrio molitor*, a atividade inseticida do óleo de *L. sidoides* também foi avaliada, havendo a constatação do efeito sinérgico dos compostos timol e carvacrol sobre o besouro aumentou a taxa de mortalidade (Lima *et al.*, 2011).

A eficácia da ação inseticida do óleo essencial de alecrim-pimenta foi testada em cupins adultos (*Nasutitremes corniger*) e em caruncho-do-feijão (*Acanthoscelides obtectus*). Já o efeito acaricida provocou a morte de 95,0 % de larvas de carrapatos *Rhipicephalus microplus* e *Dermacentor nitens*. Houve também mortalidade de larvas e ninfas das espécies *Rhipicephalus sanguineus* e *Amblyomma cajannense* (Lima *et al.*,2013; Regnault-Roger & Hamraoui, 1995; Gomes *et al.*, 2012; Gomes *et al.* 2014).

Os resultados obtidos nesse trabalho, mostraram o efeito inseticida do óleo essencial de *L. sidoides* sobre a mosca branca (*B. tabaci*), onde o constituinte majoritário foi o timol (79,79%). O controle de pragas através de inseticidas botânicos é mais vantajoso, pois estes compostos geralmente apresentam baixa toxicidade, são biodegradáveis e não provocam impactos ambientais, como os oriundos do uso indiscriminado de agrotóxicos (Breda *et al.*, 2012). Os resultados obtidos nessa pesquisa foram satisfatórios para o controle da mosca branca, praga que provoca danos significativos à diversas culturas, contribuindo para o avanço de novas pesquisas sobre a utilização do óleo essencial de *L. sidoides* no controle de pragas.

5. CONCLUSÕES

Foram identificados e quantificados 21 compostos presentes no óleo essencial de *L. sidoides*, o que corresponde a 99,84% de todos os constituintes. Os principais constituintes do óleo foram o timol (79,79%), trans-carofileno (5,00%), para-cimeno (4,70%). Em quantidades menores, foram encontrados o carvacrol (0,26%) e o alfa-pineno (0,14%).

O método de pulverização e manutenção de discos foliares em placas de Petri não foi o mais apropriado para o experimento com a mosca-branca, apresentando grande variação no resultado, tal fator pode ser justificado pelo excesso de umidade nas placas e posteriormente a mortalidade das moscas.

O melhor método para avaliação do efeito da solução à base de óleo essencial de *L. sidoides* foi o de imersão dos folíolos e posterior manutenção em potes plásticos vedados.

A solução à base de óleo essencial de *L. sidoides* apresentou efeito inseticida sobre a mosca-branca *B. tabaci* em concentrações de 0,25 % a 1,0%; porém a concentração de 1,0% apresentou variações menores, mostrando sua eficiência no controle da mosca branca.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, R.P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry, Carol Stream, Illinois: *Allured Publishing*, v. 456, p.804, 2007.

Aguiar-Menezes, E. D. L. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. *Embrapa Agrobiologia*, p. 615-622, 2005.

Almeida, R. R. Mecanismos de ação dos monoterpenos aromáticos: timol e carvacrol. São João del-Rei: *Universidade Federal de São João del-Rei*, p. 4-18, 2015.

Baldin, E. L., Vendramim, J. D., & Lourenção, A. L. Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology*, v.34, n.3, p.435-441, 2005.

Bertini, L. M. et al. Perfil de sensibilidade de bactérias frente a óleos essenciais de algumas plantas do Nordeste do Brasil. *Infarma*, v.17, n.3/4, p.80-83, 2005.

Botelho, MA et al. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Lippia sidoides*, carvacrol e timol contra patógenos orais. *Revista Brasileira de Pesquisa Medicinal e Biológica*, v.40, n.3, p.349-356, 2007.

Breda, M. O., de Oliveira, J. V., Marques, E. J., Ferreira, R. G., & Santana, M. F. Inseticidas botânicos aplicados sobre *Aphis gossypii* e seu predador *Cycloneda sanguinea* em algodão-colorido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n.11, p.1424-1431, 2012.

Brito, G.G.; Costa, E.C.; Maziero, H.; Brito, A.B.; Dörr, F.A. Preferência da broca-das-cucurbitáceas [*Diaphania nitidalis* Cramer, 1782 (Lepidoptera: Pyralidae)] por cultivares de pepineiro em ambiente protegido. *Ciência Rural*, v.34, p.577-579, 2004.

Brown, J. K., Frohlich, D. R., & Rosell, R. C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annual Review of Entomology*, v.40, n.1, p.511-534, 1995.

Carvalho, A. F. U., Melo, V. M. M., Craveiro, A. A., Machado, M. I. L., Bantim, M. B., & Rabelo, E. F. Larvicidal activity of the essential oil from *Lippia sidoides* Cham. against *Aedes aegypti* Linn. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v.98, n.4, p.569-571, 2003.

Carvalho, T. M. B. D. Avaliação de extratos vegetais no controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tenuipalpidae, Tetranychidae) em cafeeiro, UFV, 2008.

Cock, M.J.W. (Ed.). *Bemisia tabaci* - a literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. Ascot, U.K., C.A.B International Institute of Biological Control, 1986. 121 p.

Corrêa, J.C.R.; Salgado, Hérica Regina Nunes. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. UNESP, v. 13, n. 4, p. 500-506, 2011.

Costa, A. S. D., Arrigoni-Blank, M. D. F., Blank, A. F., Amancio, V. F., Mendonça, A. B. D., & Ledo, A. D. S. Estabelecimento de alecrim-pimenta in vitro. *Horticultura Brasileira*, v. 25, p. 68-72, 2007.

Costa, E. L. N., Silva, R. D., & Fiuza, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. *Acta Biologica Leopoldensia*, v. 26, n.2, p.173-185, 2004.

Costa, S. M. O., Lemos, T. L. G., Pessoa, O. D. L., Assunção, J. C. C., & Braz-Filho, R. Constituintes químicos de *Lippia sidoides* (Cham.) Verbenaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 12, p.66-67, 2002.

da Silva, A. G., Junior, A. L. B., de Souza, B. H. S., Costa, E. N., da Silva Hoelherth, J., Almeida, A. M., & dos Santos, L. B. 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.

de Andrade Palma, D. C., & Lourencetti, C. Agrotóxicos em água e alimentos: risco a saúde humana. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, v. 14, n. 2, p. 7-21, 2011.

de Lima, G. P. G., de Souza, T. M., de Paula Freire, G., Farias, D. F., Cunha, A. P., Ricardo, N. M. P. S., ... & Carvalho, A. F. U. (2013). Further insecticidal activities of essential oils from *Lippia sidoides* and *Croton* species against *Aedes aegypti* L. *Parasitology Research*, v. 112, n. 5, p. 1953-1958, 2013.

Ferreira, C.S., L.C. Torres, C.F. Carvalho & B. Souza. Ocorrência de *Bemisia tabaci* biótipo B em *Eucalyptus camaldulensis*. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 75, p. 527-528, 2008.

França, F. H., Villas, B., & Branco, M. C. Occurrence of *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) in the Federal District. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 25, n. 2, p. 369-372, 1996.

Furtado, RF et al. Atividade larvicida de óleos essenciais contra *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Entomologia Neotropical*, v.34, n.5, p.843-847, 2005.

Gomes, G. A., Monteiro, C. M. O., de Santana Julião, L., Maturano, R., Senra, T. O. S., Zeringóta, V. & de Carvalho, M. G. Acaricidal activity of essential oil from *Lippia sidoides* on unengorged larvae and nymphs of *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) and *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae). *Experimental Parasitology*, n. 137, p. 31-45, 2014.

Haji, F.N.P., M.F. Lima & J.A. de Alencar. Históricos sobre mosca branca no Brasil. In: Taller Latino Americano y del Caribe Sobre Mosca Blanca y Geminivirus, *Santo Domingo*, v.6, p.5-8, 1997.

Isman, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection*, v. 19, n. 8-10, p. 603-608, 2000.

Kim, S. I., Roh, J. Y., Kim, D. H., Lee, H. S., & Ahn, Y. J. 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.

Kris-Etherton, P. M., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., & Etherton, T. D. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine*, v. 113, n. 9, p. 71-88, 2002.

Lacerda, J. D., & Carvalho, R. A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivirus em culturas econômicas. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v. 2, p.15-22, 2008.

Lacoste, E., Chaumont, J. P., Mandin, D., Plumel, M. M., & Matos, F. J. Antiseptic properties of essential oil of *Lippia sidoides* Cham. Application to the cutaneous microflora. *Annales Pharmaceutiques Francaises*, v. 54, n. 5, p. 228-230, 1996.

Leal, L. K. A. M., Oliveira, V. M., Araruna, S. M., Miranda, M. C. C., & Oliveira, F. M. A. Análise de timol por CLAE na tintura de *Lippia sidoides* Cham. (alecrim-pimenta) produzida em diferentes estágios de desenvolvimento da planta. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.13, p.9-11, 2003.

Lemos Filho, J. P. D., & Paiva, É. A. S. The effects of sooty mold on photosynthesis and mesophyll structure of mahogany (*Swietenia macrophylla* King., Meliaceae). *Bragantia*, v.65, n. 1, p.11-17, 2006.

Lemos TL, Craveiro AA, JC Alencar, Matos FJ, Clarck AM, MacChesney JD. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de plantas brasileiras, *Phytother*, p.82-84, 1990.

Lima, J. K., Albuquerque, E. L., Santos, A. C. C., Oliveira, A. P., Araújo, A. P. A., Blank, A. F. & Bacci, L. Biototoxicity of some plant essential oils against the termite *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). *Industrial Crops and Products*, v.47, p.246-251, 2013.

Lima, R. K., Cardoso, M. D. G., Moraes, J. C., Carvalho, S. M., Rodrigues, V. G., & Guimarães, L. G. L. Chemical composition and fumigant effect of essential oil of *Lippia sidoides* Cham. and monoterpenes against *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ciência & Agrotecnologia*, v. 35, n. 4, p. 664-671, 2011.

Lima, R. K., Cardoso, M. D. G., Moraes, J. C., Carvalho, S. M., Rodrigues, V. G., & Guimarães, L. G. L. Chemical composition and fumigant effect of essential oil of *Lippia sidoides* Cham. and monoterpenes against *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ciência e Agrotecnologia*, n.35, v.4, p.664-671, 2011.

Lima, R. K.; Cardoso, M. G.; Guimarães, L. G. L.; Rodrigues, V. G.; Melo, B. A.; Andrade, M. A.; Moraes, J. C. Caracterização química e estudo comparativo do efeito inseticida do óleo essencial de *Lippia sidoides* Cham. sobre *Tenebrio molitor* L. In: 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. *Sociedade Brasileira de Química*, p. 14-18, 2008.

Lourenção, A. L., & Nagai, H. I. R. O. S. H. I. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. *Bragantia*, v.53, n.1, p.53-59, 1994.

Maria, G., & Silva, V. Atividade larvicida de óleos essenciais contra *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Neotropical Entomology*, v.34, n.5, p.843-847, 2005.

- Menezes, E.L.L.A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205, p.58, 2005.
- Ming, L.C.; Figueiredo, R.O.; Machado, S.R.; Andrade, R.M.C. Yield of essential oil and citral content in different parts of lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf – Poaceae. *Acta Horticulturae*, v.426, p.555-559, 1996.
- Moreira, M. D., Picanço, M. C., SILVA, E. D., Moreno, S. C., & Martins, J. C. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. *Controle alternativo de pragas e doenças. Viçosa: EPAMIG/CTZM*, p.89-120, 2006.
- Mota, M. L. , Lobo, L.T.C., da Costa, J.M.G., Costa, L.S., Rocha, H.A., e Silva, L.F.R.,& de Andrade Neto, V.F. Atividade antimalárica in vitro e in vivo de óleos essenciais e componentes químicos de três plantas medicinais encontradas no nordeste do Brasil. *Planta medica*, v.78, n.7, p. 658-664, 2012.
- Mound, L. A., & Halsey, S. H. Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. John Wiley and Sons, p.777-780, 1978.
- Oliveira, M. R. V., Lima, L. H. C., Marinho, V. L. A., Batista, M. F., Amâncio, E., Vilarinho, K. R. & Faria, M. R. Moscas-brancas no Brasil e no mundo: identificação e expressão econômica. Moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae). Brasília: *Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia*, p.87, 2005.
- Oliveira, M.R.V. Mosca-branca, *Bemisia tabaci* raça B (Hemiptera: Aleyrodidae). In: Vilela, E. F., R. A. Zucchi & F. Cantor. (Eds.). Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto: *Holos*, p.61-71, 2000.
- Oliveira, M.R.V., L.H. C. Lima, D.M.N. Ferreira & P.R.G. Vieira. Avaliação das populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) através de RAPD-PCR, no Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia,,6 p, 1998.
- Oliveira, M.R.V., L.H.C. Lima, V.L.A. Marinho, M.F. Batista, E. Amâncio, K.R. Vilarinho, S.F. Silva & M.R. Faria. Moscas-brancas no Brasil e no mundo: identificação e expressão econômica. In: Oliveira, M.R.V., M.F. Batista, L.H.C. Lima, V.L.A. Marinho & M.R. Faria (Eds.). Moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae). Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p.5-87, 2005.

Pascual, M. E.; Slowing, K.; Carretero, E.; Sánchez Mata, D.; Villar, A.; Lippia: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review. *Journal of ethnopharmacology*, v.76, p.201, 2001.

Regnault-Roger, C.; Hamraoui, B. Atividade tóxica fumigante e inibição reprodutiva induzida por monoterpenos em *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), um Bruchid de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Stored Product Research*, v.31, n.4, p.291-299, 1995.

Ribas, P. P.; Matsumura, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impactos sobre a saúde e meio ambiente. *Revista Liberato*, v.10, n.14, p.149-158, 2009.

Santos, A.S.; Alves, S.M.; Figueiredo, F.J.C.; Rocha Neto, O.G. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. *Embrapa Amazônia Oriental*, p. 1-6, 2004.

São João, R. E., & Raga, A. Mecanismo de defesa das plantas contra o ataque de insetos sugadores, Instituto Biológico, Documento técnico 23, São Paulo, p.1-13, 2016. < Disponível em: www.biologico.sp.gov.br>. Acesso em: 04 jul. 2019.

Silva, F., Casali, V. W. D., Lima, R. R., & Andrade, N. J. Qualidade pós-colheita de *Achillea millefolium* L., *Origanum vulgare* L. e *Petroselinum crispum* AW Hill em três embalagens. *Revista brasileira das plantas medicinais*, v.2, n. 1, p. 37-41, 1999.

Sousa, E.M.B.D et al. Resultados experimentais para a extração de óleo essencial de *Lippia sidoides* Cham. usando dióxido de carbono pressurizado. *Revista Brasileira de Engenharia Química*, São Paulo, v.19, n.2, p.229-241, 2002.

Venzon, M.; Paula Júnior, T.J.; Pinto, C.M.F.; Oliveira, R.M.; Bonomo, I.S. Insumos alternativos para o controle de pragas e doenças. *Informe Agropecuário*, v.31, p.108-115, 2010.

Villas Bôas, G. L. Manejo integrado de mosca-branca. Embrapa Hortaliças- Comunicado Técnico, p. 4, 2005.

Villas Bôas, G. L., França, F. H., De Ávila, A. C., & Bezerra, I. C. Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. EMBRAPA-CNPq. *Circular Técnica da Embrapa Hortaliças*, p. 4-12, 1997.

Wiesbrook, M. L. Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? *Illinois Pesticide Review*, v.17, n.3, p.1-3, 2004.