



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

Andréa Costa Oliveira

ATIVIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DOS
GÊNEROS *Croton* E *Lippia* SOBRE *Liriomyza sativae* E *Bemisia*
tabaci

Petrolina - PE

2018

ANDRÉA COSTA OLIVEIRA

**ATIVIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DOS
GÊNEROS *Croton* E *Lippia* SOBRE *Liriomyza sativae* E *Bemisia
tabaci***

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do *Campus* de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rita de Cássia Rodrigues Gonçalves Gervásio
Co-orientador: Dr. Tiago Cardoso da Costa-Lima

Petrolina - PE

2018

Oliveira, Andréa Costa.
O48a Atividade de óleos essenciais de plantas dos gêneros *Croton* e *Lippia* sobre *Liriomyza sativae* e *Bemisia tabaci* / Andréa Costa Oliveira. - Petrolina, 2018.
81 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2018.

Orientadora: Prof.^a Dr^a Rita de Cássia Rodrigues Gonçalves Gervásio.

Referências.

1. Melão - cultivo. 2. Pragas. 3. Inseticidas botânicos. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 632.6

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

Andréa Costa Oliveira

ATIVIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DOS GÊNEROS *Croton* E
Lippia SOBRE *Liriomyza sativae* E *Bemisia tabaci*

Dissertação apresentada como
requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em
Agronomia – Produção Vegetal,
pela Universidade Federal do
Vale do São Francisco.

Aprovada em: 27 de março de 2018.


Banca Examinadora



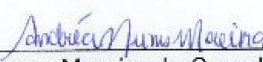
Dr^a. Rita de Cássia Rodrigues Gonçalves Gervásio – UNIVASF



Dr. Tiago Cardoso da Costa-Lima – Embrapa Semiárido



Dr^a. Farah de Castro Gama – Embrapa Semiárido



Dr^a. Andréa Nunes Moreira de Carvalho – IF Sertão-PE

*Aos meus pais.
À minha família, em especial ao meu filho Miguel.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder a vida, pela onipresença durante a minha jornada fazendo-se luz sobre os passos e me fortalecendo a todo momento.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), pela oportunidade e por contribuir para a realização do curso de mestrado.

À Embrapa Semiárido, por disponibilizar toda a estrutura necessária para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

A minha querida orientadora, Profa. Dra. Rita de Cássia R. Gonçalves Gervásio, pelos valiosos ensinamentos, pela paciência e disponibilidade em me auxiliar não só deste trabalho, mas também na disciplina de estágio, pelo acolhimento sempre que precisei, pelos conselhos e pelo carinho. Agradeço por toda confiança em mim depositada e pelo enorme apoio na concretização do mestrado.

Ao meu co-orientador, Dr. Tiago Cardoso da Costa-Lima pelos conhecimentos compartilhados, pelo acolhimento, pela confiança, apoio e enorme contribuição para a realização e conclusão deste trabalho.

A todos os professores do PPGA-PV pelo ensino exemplar e por contribuir para melhoria da educação, em especial ao Prof. Dr. Izaías da S. Lima Neto pela dedicação e ensinamentos compartilhados.

A Dra. Ana Valéria Vieira de Souza e ao Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Semiárido pela parceria e grandiosa contribuição no fornecimento dos óleos essenciais utilizados neste trabalho e na identificação dos compostos químicos.

A equipe do Laboratório de Entomologia da Embrapa Semiárido, Aline Finotti, Glenda Damasceno, Talia Cordeiro, Diniz da Conceição, Víctor Hugo, pelos auxílios durante a condução dos experimentos, em especial ao Seu Gedeão Arruda por compartilhar sabedoria, por transbordar e compartilhar alegria, e a Farah de Castro Gama pela contribuição, dedicação e pela enorme disposição em me auxiliar sempre que precisei. Muito obrigada!

A minha família, a minha base: meus pais Nataniel R. de Oliveira e Eulina de A. C. Oliveira e aos meus irmãos Daniel C. Oliveira, Nathan C. Oliveira e a

minha irmã Daniela C. Oliveira pelo amor incondicional, pela proteção e amparo em todas as etapas da minha vida e pelo incentivo aos estudos.

Ao meu maior amor e luz da minha vida, meu filho Miguel C. Oliveira Marques, por me fazer forte a todo instante, por me proporcionar amor incondicional e por fazer meu mundo completo. E ao meu amor e companheiro de vida, Rodolfo R. Leite Marques por estar sempre presente, pela paciência, amparo, por estar disposto a me ajudar em todos os momentos.

A turma do mestrado – 2016.1 (Malu Neres, Maria Andréia, Rosangela Felismino, Camila Israela, Joanaylla Albuquerque, Jackson Lobo, Witalo Sales, Christiano Bosco, Gracinha, Jandelson Alves, Tássia Melo e Maria Aline) pelos momentos de companheirismo, estudos intensos e momentos de descontração.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a concretização desse trabalho.

Minha eterna gratidão a todos!

RESUMO

Dentre as principais pragas que atacam a cultura do melão, merecem destaque *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodiade) por provocar inúmeros danos diretos e indiretos. Devido aos efeitos deletérios reportados ao uso excessivo de pesticidas, métodos alternativos, como o uso de óleos essenciais (OEs) vêm sendo amplamente investigados. Nesse trabalho objetivou-se avaliar o efeito dos OEs de *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Croton conduplicatus* Kunth., *Lippia gracilis* Schauer e *Lippia schaueriana* Mart., sobre aspectos biológicos de *L. sativae* e *B. tabaci* biótipo B em meloeiro. Todos os experimentos foram conduzidos em sala climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $50 \pm 20\%$ e fotofase de 12 h). A coleta das plantas foi realizada em área de Caatinga, em Petrolina (PE). Os tratamentos consistiram de soluções que variaram de 500 a 1.000 ppm. Foram realizados testes para avaliar o efeito residual sobre estágios imaturos e preferência para oviposição e alimentação (com e sem chance de escolha), sendo que para *B. tabaci*, registrou-se apenas a oviposição. Para *L. sativae* observou-se que houve aumento da mortalidade de larvas e pupas para o tratamento com os OEs de *L. gracilis* e *L. schaueriana*. Quanto à duração pupal, o OEs do caule de *C. conduplicatus* prolongou esse período quando comparado aos demais óleos e a testemunha. O OE das folhas dessa mesma espécie e do caule de *C. sonderianus*, também prolongaram o período pupal da praga. Nos bioensaios de preferência para a oviposição e alimentação, verificou-se que o OE de folhas de *C. conduplicatus* reduziu a postura em 2,7 vezes em relação à testemunha. Quando não houve chance de escolha, a preferência alimentar foi afetada pela ação dos OEs, com destaque para as folhas desta mesma espécie. Para *B. tabaci*, não houve efeito residual dos OEs quando aplicados sobre os ovos e sobre as ninfas eclodidas destes tratamentos. Quando aplicados sobre as ninfas recém-fixadas, o OE de folhas de *C. conduplicatus* provocou mortalidade (31,0%). Para os teste sem chance de escolha, todos os OEs reduziram de 53,1 a 63,7% o número de ovos quando comparados à testemunha. Quando houve chance de escolha, os OEs de *L. gracilis* e folhas de *C. sonderianus* apresentam maiores reduções na postura. Em geral, verificou-se efeito dos OEs sobre a mortalidade de fase imatura de *L. sativae* e *B. tabaci* e, principalmente, na redução da oviposição de ambas as pragas. Desta forma, demonstrando o potencial desses OEs para serem explorados como promissores produtos no manejo das duas pragas-chave da cultura do melão.

Palavras-chave: Mosca-minadora. Mosca-branca. Meloeiro. Controle alternativo. Inseticidas botânicos.

ABSTRACT

Among the main pests that attack the melon culture, *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) and *Bemisia tabaci* (Gennadius), biotype B (Hemiptera: Aleyrodiade), are responsible for causing innumerable direct and indirect damages. Due to the deleterious effects reported on the excessive use of pesticides, alternative methods such as the use of essential oils (EO) have been widely investigated. The objective of this study was to evaluate the effect of the EO of *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Croton conduplicatus* Kunth., *Lippia gracilis* Schauer and *Lippia schaueriana* Mart., on biological aspects of *L. sativae* and *B. tabaci* biotype B in melon. All experiments were conducted in a climatized room (25 ± 2 ° C, $50 \pm 20\%$ and 12-hour photophase). The plants were collected in a Caatinga area, in Petrolina (PE). The treatments consisted of solutions ranging from 500 to 1,000 ppm. Tests were performed to evaluate the residual effect on immature stages and preference for oviposition and feeding (with and without a choice), and for *B. tabaci* only oviposition was recorded. For *L. sativae*, it was observed that there was an increase in mortality of larvae and pupae for treatment with EO of *L. gracilis* and *L. schaueriana*. Regarding the pupal duration, the EO of the *C. conduplicatus* stem extended this period when compared to the other oils and the control. The EO of the leaves of this same species and the stem of *C. sonderianus*, also prolonged the pupal period of the pest. In the oviposition preference and feeding bioassays, it was verified that the leaves EO of *C. conduplicatus* reduced the posture by 2.7 times in relation to the control. When there was no choice, the feeding preference was affected by the EO action, with emphasis on the leaves of this same species. For *B. tabaci*, there was no residual effect of the EO when applied on the eggs and on the nymphs of these treatments. When applied to the newly-fixed nymphs, leaves of *C. conduplicatus* caused mortality (31.0%). For the non-choice test, all EO reduced the number of eggs from 53.1 to 63.7% when compared to the control. When there was a choice chance, the OE of *L. gracilis* and *C. sonderianus* leaves presented greater reductions in oviposition. In general, the EOs caused mortality over the immatures of *L. sativae* and *B. tabaci* and, mainly, on the reduction of oviposition of both pests. Therefore, demonstrating the potential of these EO to be explored as promising products in the management of the two melon crop key pests.

Key-words: Leafminer fly. Whitefly. Melon. Alternative control. Botanical insecticides.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo II

Pág.

Figura 1A. Número médio (\pm EP) de ovos de *Liriomyza sativae* em plantas de meloeiro tratadas com óleos essenciais (500 ppm) e testemunha após 24h de exposição em testes com chance de escolha 52

Figura 1B. Número médio (\pm EP) de puncturas de *Liriomyza sativae* em plantas de meloeiro tratadas com óleos essenciais (500 ppm) e testemunha após 24h de exposição em testes com chance de escolha 52

Capítulo III

Figura 1. Número médio (\pm EP) de ovos de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de meloeiro tratadas com óleos essenciais (500 ppm) e testemunha após 24h de exposição dos casais em testes com chance de escolha 72

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Pág.

Tabela 1. Mortalidade [média (%) \pm EP] de larva, pupa e total (larva + pupa) de *Liriomyza sativae*, após imersão de folhas de meloeiro com larvas recém eclodidas de moscas-minadoras em soluções de óleos essenciais (1.000 ppm) e testemunha (DMSO 1%) 48

Tabela 2. Duração média (D) (\pm EP) em dias da fase pupal de *Liriomyza sativae* após imersão de folhas de melão em soluções de óleos essenciais (1.000 ppm) e testemunha (DMSO 1%), mantidas em câmaras climatizadas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 20\%$ UR 12h) 50

Tabela 3. Número de ovos e puncturas de alimentação de fêmeas de *Liriomyza sativae* após a pulverização em folhas de meloeiro com soluções de óleos essenciais (500 ppm) e testemunha (DMSO 1%) 53

Capítulo III

Tabela 1. Mortalidade [média (%) \pm EP] de ovo e ninfa de *Bemisia tabaci* biótipo B, após imersão de folhas de meloeiro em soluções de óleos essenciais (500 ppm) e testemunha (DMSO 1%) 70

Tabela 2. Mortalidade [média (%) \pm EP] da fase de ninfa de *Bemisia tabaci* biótipo B, após imersão de folhas de meloeiro em soluções de óleos essenciais (500 ppm) e testemunha (DMSO 1%) 70

Tabela 3. Número de ovos de fêmeas de *Bemisia tabaci* biótipo B após a pulverização em folhas de meloeiro com soluções de óleos essenciais (500 ppm) e testemunha (DMSO 1%) 72

SUMÁRIO

	Pág.
1 INTRODUÇÃO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 A cultura do melão (<i>Cucumis melo</i> L.)	13
2.2 <i>Liriomyza</i> spp. (Diptera: Agromyzidae)	15
2.3 <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)	17
2.4 Medidas de controle	20
2.5 Inseticidas botânicos	22
2.6 Gênero <i>Croton</i> (Euphorbiaceae)	25
2.7 Gênero <i>Lippia</i> (Verbenaceae)	27
3 REFERÊNCIAS	28
4 ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DOS GÊNEROS <i>Croton</i> E <i>Lippia</i> SOBRE <i>Liriomyza sativae</i>	
RESUMO	41
ABSTRACT	42
INTRODUÇÃO	43
MATERIAL E MÉTODOS	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
REFERÊNCIAS	55
5 ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DOS GÊNEROS <i>Croton</i> E <i>Lippia</i> SOBRE <i>Bemisia tabaci</i> BIÓTIPO B	
RESUMO	61
ABSTRACT	62
INTRODUÇÃO	63
MATERIAL E MÉTODOS	65
RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
REFERÊNCIAS	74
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81

1. INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das hortaliças de maior relevância econômica no mundo. Entre as frutas e oleráceas exportadas pelo Brasil em 2016, o melão foi o mais demandado no mercado internacional, atingindo 224,688 mil toneladas e valor comercializado de US\$ 148,741 milhões (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017). Sendo que, maior parte desta produção é oriunda da região Nordeste, onde concentra-se aproximadamente 94% da área cultivada desta olerácea (AGRIANUAL, 2017).

Dentre os principais entraves ao desenvolvimento da cultura, encontram-se os danos causados por diferentes pragas (ARAÚJO et al., 2012). A mosca-minadora *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) e a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) são as pragas-chave da cultura (SALVIANO et al., 2017). A utilização de produtos sintéticos é considerada até o momento, uma das táticas mais empregadas durante o manejo fitossanitário, sendo responsável por mais de 30% dos custos de produção para a cultura (GUIMARÃES et al., 2009). No entanto, o seu uso excessivo tem afetado negativamente a ocorrência de inimigos naturais e proporcionado a seleção de populações de pragas resistentes a diferentes inseticidas (GUANTAI et al., 2015).

Buscando-se métodos alternativos à aplicação de produtos sintéticos, o uso de inseticidas botânicos tem se destacado devido a diversos relatos de bioatividade sobre insetos e baixo risco para o meio ambiente e ao homem (ISMAN, 2006). Dentre as formas de uso das plantas, a extração dos óleos essenciais (OE) tem demonstrado potencial associado às diversas atividades biológicas antibacterianas, antifúngicas e inseticidas (BAKKALI et al., 2008; OOTANI, 2013). Nos insetos, em geral, os OEs podem ter ação de repelência e inseticida, assim como causar um efeito negativo no desenvolvimento. As reações ocorrem, normalmente, em sítios específicos no sistema nervoso por meio de mecanismos distintos, como o GABA, sinapses de octopamina e inibição da acetilcolinesterase (AChE) (REGNAULT-ROGER; VICENT; ARNASON, 2012).

No Brasil, a flora é reconhecida por possuir a maior diversidade genética vegetal (BFG, 2015), embora seja insuficientemente explorada em termos botânicos. Esta alta biodiversidade demonstra um imenso potencial para

prospecção de plantas com compostos bioativos sobre os insetos (MARANGONI; MOURA; GARCIA, 2012). Nesse sentido, destacam-se as espécies do gênero *Croton* e *Lippia* por apresentarem diversos relatos de ação biológica sobre insetos-praga (SILVA et al., 2008; LIMA et al., 2013a-b; AYVAZ et al., 2010; CRUZ et al., 2013; MELO et al., 2015; PEIXOTO et al., 2015; PARK et al., 2017). O gênero *Croton* é considerado o mais expressivo da família Euphorbiaceae, sendo no Brasil, representado por aproximadamente 350 espécies. Destas, cerca de 9% são endêmicas da Caatinga (SILVA et al., 2010). Em contrapartida, o gênero *Lippia* é o segundo maior da família Verbenaceae (BLANK, 2013), cuja diversidade está distribuída entre a vegetação da Caatinga e do Cerrado brasileiro (GOMES; NOGUEIRA; MORAIS, 2011). Entretanto, apesar da representatividade, ainda não há na literatura registros de estudos envolvendo efeito de OEs de espécies desses gêneros sobre as pragas do meloeiro, *L. sativae* e *B. tabaci*.

Portanto, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito inseticida dos OEs das espécies *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Croton conduplicatus* Kunth., *Lippia gracilis* Schauer e *Lippia schaueriana* Mart. e sobre a oviposição de *L. sativae* e *B. tabaci* em meloeiro.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.)

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma dicotiledônea pertencente à família Cucurbitaceae, subtribo Cucumerinae, tribo Melotricae, cuja diversidade genética compreende cerca de 120 gêneros e mais de 800 espécies em todo o reino vegetal (RUBATZKY; YAMAGUSHI, 1997). Recentemente, estudos taxonômicos, morfológicos e moleculares afirmaram que a espécie é originária da Ásia, mais especificamente da Índia (SEBASTIAN et al., 2010; JOHN et al., 2012).

Apesar de apresentar característica perene, é explorada como cultura anual (FONTES; PUIATTI, 2005). É uma planta herbácea, cujo sistema radicular é superficial, com caules que apresentam crescimento rasteiro ou prostrado, providos de ramificações, recobertos por pilosidade de textura veludosa, gavinhas axilares e folhas variáveis (PEDROSA, 1997).

Essa olerácea é conhecida no Brasil desde o século XVI, quando suas sementes foram trazidas da África. Entretanto, sua disseminação ocorreu somente em meados do século XIX, quando foi introduzida pelos imigrantes europeus nas Regiões do Sul e Sudeste (FONTES; PUIATTI, 2005). Já aceita para consumo, a fruta expandiu-se para a região Nordeste, onde se adaptou rapidamente, principalmente na região semiárida (TAVARES, 2002).

Entre as frutas e oleráceas que são produzidas anualmente no Brasil, o cultivo do meloeiro é o que mais tem se destacado. Em 2016, o melão foi o mais demandado no mercado internacional, atingindo 224,688 mil toneladas e valor comercializado de US\$ 148,741 milhões (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017). A maior parte dessa produção é destinada para os países da Holanda, Reino Unido e Espanha, que obtêm cerca de 90% das exportações brasileiras de melão (AGRIANUAL, 2017). Além disso, a safra brasileira ocorre anualmente entre os meses de setembro e março, período que corresponde à entressafra de outros grandes produtores mundiais, como a Europa. Esse fato tem favorecido as exportações brasileiras de melão para diversos países (SALVIANO et al., 2017).

Em geral, as cultivares mais exploradas são do tipo Amarelo, Pele de Sapo e “Honey Dew”, pertencentes à variedade *inodorus* (frutos sem aroma e não climatéricos), sendo estas, as que possuem maior preferência no mercado nacional (ARAGÃO, 2010). Em seguida se encontram os tipos Cantaloupe, Gália e Charentais, os quais pertencem à variedade *cantaloupensis* (aromáticos e climatéricos) e são mais apreciadas pelo mercado consumidor internacional (MENDONÇA-JUNIOR, 2015; SALVIANO et al., 2017). Nos últimos anos, os híbridos também têm ganhado espaço no cenário produtivo, cuja preferência associa-se à maior resistência a pragas, melhor produtividade, qualidade e uniformidade dos frutos (PEREIRA et al., 2017).

Na região semiárida, o cultivo do melão tem expressão econômica bastante acentuada, considerando área plantada e volume produzido, favorecendo do ponto de vista social, a geração de empregos diretos, indiretos e fonte de renda para a agricultura familiar (FREITAS; SOBRINHO; ANDRADE, 2009; SALVIANO et al., 2017). Nessa região, os estados do Rio Grande do Norte (RN) e Ceará (CE) são considerados os principais produtores. Em 2016, o RN produziu mais de 354 mil toneladas em uma área plantada de 13.183 hectares, atingindo um valor da produção equivalente a R\$ 282.170,00 com rendimento

médio de 26.913 kg/ha. No mesmo período, o estado do CE produziu mais de 98 mil toneladas em uma área plantada de 3.242 hectares com valor da produção equivalente a R\$ 103.254,00 com rendimento médio de 30.393 kg/ha (IBGE, 2018). Em conjunto, os dois estados são responsáveis por 77,12% da produção nacional (AGRIANUAL, 2017). O Submédio do Vale do Rio São Francisco (VSF), Pernambuco e Bahia, é a segunda maior região produtora de melão, responsável por 14,89% da área plantada. De acordo com Salviano et al (2017) o clima é o maior responsável pelo sucesso da cultura no semiárido nordestino, devido às condições ótimas, como alta luminosidade, baixa umidade relativa do ar e os baixos índices pluviométricos. Estes fatores além de assegurar um bom crescimento e desenvolvimento garantem a produção de frutos de boa qualidade e cultivos com até três safras anuais (CRISÓSTOMO; ARAGÃO, 2013).

Em contrapartida, o meloeiro possui peculiaridades que podem limitar o seu desenvolvimento e, conseqüentemente, a sua produção. Dentre os principais entraves encontram-se os danos causados por diferentes pragas (ARAÚJO et al., 2012). Dentre estas, a mosca-minadora *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) e a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) são as pragas-chave da cultura (SALVIANO et al., 2017).

2.2 *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae)

O gênero *Liriomyza* pertence à ordem Diptera, família Agromyzidae. Este é composto por mais de 330 espécies em todo o mundo (KANG; WEI; LIU, 2009). Dessas, vinte e três têm sido relatadas como pragas de maior importância econômica, entretanto apenas cinco espécies são consideradas polífagas: *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach), *Liriomyza strigata* (Meigen), *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), *Liriomyza trifolii* (Burgess) e *L. sativae* (PARRELLA, 1987). As três últimas merecem maior destaque devido à sua ampla polifagia e distribuição cosmopolita (MURPHY; LASALLE, 1999; BOUCHER, 2010).

No Brasil, há ocorrência dessas três espécies de maior importância econômica, *L. huidobrensis*, *Liriomyza trifolii* e *L. sativae* (COSTA-LIMA; SILVA; PARRA, 2015). Estas infestam inúmeras plantas hortícolas e ornamentais

(SPENCER, 1973) devido a sua alta capacidade de dispersão e adaptação ecofisiológica (MURPHY; LASALLE, 1999). De acordo com Cikman (2012), as plantas das famílias Cucurbitaceae, Solanaceae, Brassicaceae, Fabaceae e Asteraceae, são as mais propícias ao ataque destes insetos. Guimarães et al (2009) mencionam que a ocorrência dessas três espécies de *Liriomyza* spp. foi registrada em praticamente todos os estados, infestando cerca de 14 famílias de plantas.

O primeiro relato de *L. sativae* no país foi na década de 1960, no estado de São Paulo (NAKANO; WIENDL; MINAMI, 1967), de onde foi rapidamente disseminada para outras regiões. No Nordeste, os primeiros registros de *L. sativae* foram feitos por Ramalho e Moreira (1979) em meloeiro, melanciaira (*Citrullus lanatus* Thunb.), tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e em plantas de cravo-defunto (*Tagetes patula* L.). A espécie também foi relatada causando danos em plantios de feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (MORAES; MAGALHÃES; OLIVEIRA, 1981). Na cultura do melão, a partir de 2000, registrou-se um aumento da incidência desta espécie ocasionando elevadas perdas aos produtores (GUIMARÃES et al., 2005; ARAUJO et al., 2007). A hipótese mais provável é que o manejo inadequado, principalmente para o controle da mosca-branca, contribuíram diretamente para o incremento populacional de *L. sativae* (FERNANDES, 2004; GUIMARÃES et al., 2009; SALVIANO et al., 2017).

Esses agromizídeos além de possuírem hábitos altamente polívoros (MACDONALD, 1991) apresentam também elevadas taxas reprodutivas e ciclo de vida relativamente curto (AZEVEDO et al., 2005) dificultando assim, o seu controle. Em melão, verificou-se que o ciclo biológico de *L. sativae* a 25°C foi de 15,9 dias (ovo-adulto), correspondendo a uma média de 2,7 dias (ovo), 4,1 dias (larva) e 9,1 dias (pupa). Entretanto, o período ovo-adulto de *L. sativae* pode variar de 12 a 51 dias em temperaturas de 32° a 15° C, respectivamente (COSTA-LIMA; GEREMIAS; PARRA, 2009). Sobre os parâmetros reprodutivos, verificou-se que as fêmeas desta espécie obtiveram maiores fecundidades com umidade relativa mais baixa, enquanto que uma temperatura acima de 30°C provocou redução na oviposição (COSTA-LIMA; GEREMIAS; PARRA, 2010). Os mesmos autores observaram que, a 25°C e 30% de UR, *L. sativae* apresentou maior média de fecundidade, com 173 ovos.

Os ovos desses dípteros são esbranquiçados, translúcidos e possuem cerca de 0,28 mm de comprimento e 0,15 mm de diâmetro e são depositados pela fêmeas endofiticamente no mesófilo foliar (PARRELA, 1987). As larvas são do tipo vermiforme e passam por três estádios (MINKENBERG, 1988). Inicialmente são transparentes e ao final do seu ciclo atingem uma coloração amarelo alaranjada, com aproximadamente 3 mm de comprimento (COLLINS, 2004). Após esse período, a maior parte das larvas deixam as folhas para empuparem no solo, sendo que algumas podem ficar presas nas folhas (GUIMARÃES et al., 2009). Os adultos em geral, são de coloração amarela e preta, sendo que *L. sativae* possui mesonoto de coloração preto brilhante (CAPINERA, 2001). Os danos de *Liriomyza* spp. são classificados em diretos e indiretos. As fêmeas perfuram as folhas para efetuar a oviposição e alimentação, causando deformações nas mesmas. Entretanto, o principal dano é causado devido ao seu hábito alimentar na fase larval, que resulta em minas em forma de serpentinas (MINKENBERG, 1986; ARAÚJO et al., 2013), provocando uma redução da área foliar e, conseqüentemente, da atividade fotossintética da planta (ARAÚJO et al., 2007; GUIMARÃES et al., 2009). Os danos indiretos são decorrentes das puncturas realizadas pelas fêmeas nas folhas, as quais servem de porta de entrada para microrganismos patogênicos oportunistas. Em ataques severos, ocorre considerável redução da produtividade e desenvolvimento de frutos com baixo teor de sólidos solúveis totais (°brix), tornando-os impróprios para a comercialização (HAGHANI et al., 2007; ARAÚJO et al., 2013; COSTA-LIMA, SILVA, PARRA, 2015).

2.3 *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* pertence à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha e família Aleyrodidae. Esses insetos apresentam ampla distribuição geográfica com 161 gêneros e 1.556 espécies de importância agrícola, ornamentais e silvestres (BROWN; FROHLICH; ROSSEL, 1995; MARTIN; MOUND, 2007). É considerada cosmopolita, originária do Sul da Ásia (BROWN; BIRD, 1992), sendo descrita pela primeira vez na Grécia (1889) como *Aleurodes tabaci*, em plantas do fumo (*Nicotiana* sp.). Nessa época houve inúmeras divergências quanto à identificação taxonômica das espécies, sendo 18 delas incluídas no mesmo táxon. Posteriormente, constatou-se que

se tratava de um complexo de raças ou biótipos “A” e “B” (BROWN; FROHLICH; ROSSEL, 1995; VILLAS BÔAS; BRANCO, 2009). Nos últimos anos, foi inserido um terceiro biótipo, conhecido como biótipo Q, o qual está incluído no agrupamento do Mar Mediterrâneo (DE BARRO, 2011). As populações de *B. tabaci* biótipo Q tem sido considerada as mais propensas a desenvolverem resistência à inseticidas, como os neocotinóides e piriproxifeno (HOROWITZ et al., 2005; CUTHBERTSON; VÄNNINEN, 2015).

A presença desse inseto no Brasil foi registrada em 1923, no estado da Bahia (BONDAR, 1923). Sua disseminação se deu através da importação e comercialização de plantas ornamentais (*Euphorbia pulcherrima* Willd.), sendo que em 1990 foi encontrada no estado de São Paulo, de onde se espalhou rapidamente entre plantas daninhas e cultivadas para diversos estados brasileiros. A identificação da espécie foi concluída apenas em 1993, quando a mesma foi denominada de *Bemisia tabaci* biótipo “B” (MELO, 1992; VILLAS BÔAS et al., 1997; LOURENÇÃO et al., 2011).

A identificação baseia-se na variação morfológica das ninfas de quarto ínstar (“pupários”) (GILL, 1990). De acordo com Perring (2001), considerando a presença de um complexo de espécies crípticas, as técnicas moleculares auxiliaram para melhor elucidar as classificações deste grupo de insetos.

O biótipo “B” destaca-se pela capacidade em provocar desordens ou anomalias fisiológicas nas plantas atacadas (PERRING, 2001). Todavia, além desse, estima-se que existam mais de vinte biótipos diferenciados amplamente distribuídos em todo o mundo. Para estas separações têm sido avaliados diferentes parâmetros, como: genoma; capacidade polífaga; dispersão; incompatibilidade sexual entre os biótipos; sintomas de ataque; potencial de danos; resistência aos inseticidas; capacidade reprodutiva; e eficiência na transmissão de viroses (BROWN; FROHLICH; ROSSEL, 1995; PERRING, 2001; BROWN, 2010).

A espécie *B. tabaci* biótipo B é a mais agressiva devido ao seu potencial de infestação (OLIVEIRA; HENNEBERRY; ANDERSON, 2001), sendo registrada a sua ocorrência em mais de 1.000 espécie de plantas hospedeiras (ABD-RABOU; SIMMONS, 2010) e pela transmissão de cerca de 300 vírus patogênicos (NAVAS-CASTILLO; FIALLO-OLIVE; SÁNCHEZ-CAMPOS, 2011). Os principais hospedeiros do inseto pertencem às famílias Solanaceae, Cucurbitaceae, Brassicaceae, Malvaceae e Euphorbiaceae (BROWN, 2010).

Dentre estas famílias, destacam-se algumas plantas, como: tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), berinjela (*Solanum melongena* L.), pimentão (*Capsicum annuum* L.), abóbora (*Cucurbita moschata* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.), melão (*Cucumis melo* L.), brócolis, repolho e couve (*Brassica oleracea* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Assim como, plantas ornamentais, a exemplo do crisântemo (*Chrysanthemum* spp.) e poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) e plantas daninhas (*Sida rhombifolia* L., *Sonchus oleraceus* L. e *Solanum sisymbriifolium* Lam.) (MELO, 1992; VILLAS BÔAS et al., 1997; VILELA; SUCCHI; CANTOR, et al., 2001; OLIVEIRA; LIMA, 2006; BROWN, 2010; SILVA et al., 2017).

Na região do VSF, a espécie foi relatada causando reduções drásticas em plantios de tomateiro, na época, em que esta era considerada a maior região produtora de tomate para indústria no Brasil (HAJI; FERREIRA; MOREIRA, 2004). Atualmente, esse aleirodídeo vem sendo considerado praga-chave para a cultura do meloeiro em praticamente todas as regiões produtoras da fruta no país (FERNANDES; FERREIRA; MONTAGNA, 2000; COSTA-LIMA et al., 2016; SALVIANO et al., 2017).

Os ovos de *B. tabaci* são de coloração amarelada, possuem formato de pêra, e são depositados pela fêmea na face inferior da folha, sustentados por um pedicelo (LACERDA; CARVALHO, 2008). O número máximo de ovos por fêmea pode variar de 48 a 394, podendo haver variação na taxa de oviposição a depender da espécie, temperatura e planta hospedeira (BYRNE; BELLOWS JUNIOR, 1991). As ninfas passam por quatro ínstares, sendo que, no primeiro a ninfa é móvel, tornando-se sésil a partir do segundo ínstar. Ao fixarem-se, as ninfas iniciam o processo de alimentação. No último ínstar, as ninfas apresentam olhos vermelhos, característicos dessa fase de desenvolvimento (VILLAS BÔAS et al., 1997; HAJI et al., 2005; LACERDA; CARVALHO, 2008). Tanto as ninfas quanto os adultos de *B. tabaci* possuem o aparelho bucal tipo sugador-picador (HAJI et al., 2005). Os adultos medem de 1 a 2 mm e apresentam asas de coloração esbranquiçadas e dorso amarelado, com o corpo recoberto por uma pulverulência branca. As ninfas podem variar de translúcidas a amareladas a depender do seu estágio. A emergência dos adultos é caracterizada por uma fenda em forma de “T” invertido, localizado na região anterior dorsal, sendo referido como pupário (BYRNE; BELLOWS

JUNIOR, 1991; VILLAS BÔAS et al., 1997; OLIVEIRA; HENNEBERRY; ANDERSON, 2001; HAJI et al., 2005).

Os danos provocados podem ser classificados como diretos e indiretos. Os danos diretos são ocasionados pela a sucção de seiva do floema e injeção de toxinas, resultando em desordens fisiológicas na planta, afetando o crescimento e desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, a produção de frutos (VILLAS BÔAS; BRANCO, 2009). Durante o período de alimentação, ocorre a produção e excreção de uma substância açucarada denominada “honeydew”, a qual serve de substrato para o crescimento e desenvolvimento de fungos saprófitas *Capnodium sp.*, que provocam um sintoma conhecido como fumagina, responsável por bloquear a absorção de luz na superfície foliar das plantas e reduzindo conseqüentemente, a taxa fotossintética das plantas (VILLAS BÔAS et al., 1997; LACERDA; CARVALHO, 2008; VILLAS BÔAS; BRANCO, 2009).

Em meloeiro, além da sucção de seiva, esses aleirodídeos são responsáveis por serem vetores do vírus do "amarelão-do-meloeiro" [*Melon yellowing-associated virus* (MYaV)]. Esse vírus pertence ao gênero *Carlavirus*, subfamília Quinvirinae, família Betaflexiviridae (COELHO et al., 2009; LIMA; OLIVEIRA; AMARO, 2017; SALVIANO et al, 2017) e é considerado nos últimos anos, o responsável por uma das principais doenças associadas ao meloeiro na região Nordeste (ÁVILA et al., 2008). Os principais sintomas provocados por esse vírus é o amarelimento nas folhas mais velhas (NAGATA et al, 2005), clareamento de nervuras, e manchas cloróticas, o que resulta em considerável redução na quantidade e qualidade dos frutos. Além disso, o ataque da mosca-branca reduz o tamanho e o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) (ÁVILA et al., 2008; COSTA-LIMA et al., 2016).

2.4 Medidas de controle

As medidas de controle contra as pragas que atacam o meloeiro, ainda são baseadas principalmente no uso de inseticidas sintéticos. Atualmente, o Brasil lidera o *ranking* mundial em comercialização de agrotóxicos (BRASIL, 2018). Apesar da elaboração de regulamentações e fiscalizações para uso de produtos químicos, a ocorrência dos problemas advindos ao uso excessivo e inadequado ainda são existentes. Desta forma, gerando problemas como a

ressurgência e erupção de pragas, a seleção de populações resistentes à inseticidas, além da ação deletéria sobre os inimigos naturais e polinizadores (PIMENTEL et al., 1992; GHIMIRE; WOODWARD, 2013; MACARY et al., 2014; WEI et al., 2015; GUANTAI et al., 2015).

Para o controle das larvas de mosca-minadora em meloeiro, há quatro princípios ativos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA): ciromazina, abamectina, ciantraniliprole e espinetoran (AGROFIT, 2018). Em laboratório, foi avaliado a eficiência desses produtos em populações de *L. sativae* (DAMASCENO; OLIVEIRA; COSTA-LIMA, 2017). Os autores verificaram que apenas o espinetoran obteve mortalidade larval superior a 80%. Enquanto que, para a ciromazina e o ciantraniliprole, a mortalidade foi próximo a 50%, e para a abamectina não houve efeito.

Em um experimento realizado em campo com pimenta Jalapeño, constatou-se que o espinetoran afetou negativamente o número de parasitóides de mosca-minadora (HERNÁNDEZ; HARRIS; LIU, 2011). Em estudo de laboratório, verificou-se que a dose letal 50% (LD50) dos inseticidas usados para o controle de *L. huidobrensis* no Kenya, eram muito menores para duas espécies de parasitoides [*Diglyphus isaea* (Walker) e *Phaerotoma scabriventris* (Nixon)] em relação a da praga (GUANTAI, 2015).

O controle realizado em *B. tabaci* biótipo B também é baseado principalmente no uso de produtos químicos. Um total de 37 inseticidas são registrados no MAPA para o controle dessa praga na cultura do meloeiro, destes, nove possuem diferentes mecanismos de ação (COSTA-LIMA et al., 2016). Alguns destes produtos possuem maior toxicidade aos inimigos naturais, a exemplo dos piretroides. A aplicação intensiva desses pesticidas tem aumentado a possibilidade de atingir organismos não-alvos (GUEDES et al., 2016), além de elevar os custos de produção e os danos ambientais (GHIMIRE; WOODWARD, 2013).

Considerando a dificuldade de controle de pragas em meloeiro, o uso de barreira física (manta agrotêxtil) tornou-se uma realidade, principalmente no RN e CE. O agrotêxtil é constituído de longos filamentos de polipropileno que são inseridos em camadas e soldados entre si, por temperaturas devidamente apropriadas, compondo-se de um material leve e de resistência duradoura (SANTOS et al., 2015). Ao plantar as mudas, essas são cobertas com a manta e retirada apenas com o surgimento das flores, para a polinização pelas

abelhas, não havendo nenhuma aplicação de inseticidas foliares neste período (COSTA-LIMA et al., 2016). Esta estratégia mostrou-se como um avanço no controle de pragas de meloeiro, principalmente, em mosca branca (*B. tabaci*) e mosca minadora (*Liriomyza* spp.). Porém, outros métodos continuam a ser estudados para serem inseridos no manejo da cultura, como o controle biológico com parasitoides (COSTA-LIMA; CHAGAS; PARRA, 2014), a resistência de plantas (CELIN et al., 2017) e o uso de inseticidas botânicos (COSTA et al., 2016).

2.5 Inseticidas Botânicos

Tradicionalmente, os óleos essenciais oriundos das plantas são amplamente utilizados pela indústria de cosméticos, detergentes, perfumaria e farmacologia (TRIPATHI et al. 2009; REGNAULT-ROGER; VICENT; ARNASON, 2012). Contudo, nos últimos 30 anos, a comunidade científica intensificou as pesquisas sobre a potencialidade de plantas com propriedade inseticida e quanto à descoberta de novas moléculas (ISMAN; GRIENEISEN, 2014). Muito embora, o interesse pelos inseticidas de origem vegetal tenha surgido desde a década de 1930, quando a piretrina, rotenona e nicotina foram amplamente utilizadas no controle de pragas (PESHIN et al., 2009; ARUNA; KLPANA; RAJU, 2015). Mais recentemente, o efeito inseticida do limonoide - azadiractina, oriundo de plantas de neem (*Azadirachta indica* A. Juss, Meliaceae) tem sido demonstrado para várias espécies de insetos e ácaros (BENELLI et al., 2017). Devido a sua eficiência no controle de pragas, esse composto foi comercializado pela primeira vez como inseticida botânico ao final da década de 1990 (ISMAN; GRIENEISEN, 2014).

O efeito inseticida encontrado em produtos derivados de plantas é proveniente dos metabólitos secundários (MANN, 1995) cuja função não está diretamente associada ao seu crescimento e desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2013; MIRESMALLI; ISMAN, 2014). São compostos orgânicos voláteis que através da sua evolução, foram capazes de desencadear mecanismos de defesas contra os herbívoros e atrair insetos polinizadores (PICHERSKY; GERSHENZON, 2002; KIM et al., 2003; MITHOFER; BOLAND 2012)

Devido à alta variabilidade genética das plantas, estima-se que existam uma grande diversidade desses compostos no reino vegetal, cerca de 500 mil

(MENDELSON; BALICK, 1995). A produção de substâncias químicas pelas plantas é determinada geneticamente e geralmente está restrita a órgãos específicos, em estruturas distintas e depende do estágio de desenvolvimento (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). Além disso, os fatores abióticos, principalmente, temperatura e umidade relativa do ar, podem influenciar diretamente na composição dos compostos secundários (MORAIS; BRAZ-FILHO, 2007).

As plantas inseticidas apresentam compostos com comprovada atividade biológica, a exemplo dos óleos essenciais, formados por misturas complexas constituídas por diferentes classes químicas, que podem ser agrupados basicamente em duas frações voláteis e não voláteis (JALALI-HERAVI et al., 2010). Cerca de 90-95% do EO inteiro é constituído pela fração volátil e esta consiste em monoterpenos e hidrocarbonetos sesquiterpênicos e seus derivados oxigenados, juntamente com aldeídos alifáticos, álcoois e ésteres. O resíduo não volátil, no entanto, constitui cerca de 5-10% do óleo inteiro, que contém principalmente hidrocarbonetos, ácidos graxos, esteróis, carotenóides, ceras, cumarinas e flavonóides (BASILE; JIMÉNEZ-CARMONA; CLIFFORD, 1998; LUQUE DE CASTRO; JIMÉNEZ-CARMONA; FERNÁNDEZ-PÉREZ, 1999). Quanto à sua exploração, podem ser encontradas nas diferentes formas (extratos, pós, óleos fixos e essenciais) (ISMAN, 2006).

Os OEs são caracterizados como líquidos, normalmente incolores, com densidade geralmente mais baixa à da água, são solúveis em lipídeos e em solventes orgânicos (BAKKALI et al., 2008; BIASI; DESCHAMPS, 2009). Encontram-se armazenados dentro de organelas celulares das plantas denominadas vacúolos (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010) e podem ser extraídos a partir de ervas aromáticas, folhas, brotos, frutos, caules, ramos, cascas, sementes, raízes e flores, quando sintetizados podem conter de vinte a sessenta componentes químicos, cujas concentrações são bastante variáveis, com destaque para os terpenos, fenóis e compostos nitrogenados (BAKKALI et al., 2008; SOLÓRZANO; MIRANDA, 2012; LI; CHEN; CAO, 2015). Diferentes métodos são utilizados para sua extração, porém os mais utilizados são através da técnica de arraste à vapor d'água e hidrodestilação (BIASI; DESCHAMPS, 2009).

As propriedades dos óleos essenciais têm sido associadas às atividades antibacterianas, antifúngicas e inseticidas (BAKKALI et al., 2008;). Nos insetos,

as toxinas podem atuar via contato, ingestão e fumigação (vias respiratórias) (ISMAN, 2006; TRIPATHI et al., 2009). Estas reações atuam em sítios específicos localizados no sistema nervoso dos insetos envolvendo diferentes mecanismos, como o ácido gama-aminobutírico (GABA), sinapses de octopamina e inibição da acetilcolinesterase (AChE) (TONG, 2010; REGNAULT-ROGER; VICENT; ARNASON, 2012; GNANKINÉ; BASSOLÉ, 2017). Geralmente os efeitos são variáveis, podendo ocasionar repelência, intervir como inibidores de oviposição, alimentação e crescimento; provocar alterações no comportamento sexual; causar mortalidade na fase imatura e adulta, entre outros (MARTINEZ, 2002; AKHTAR; ISMAN, 2004; NERIO; OLIVERO-VERBEL; STASHENKO, 2010; GUEDES et al., 2016).

De modo geral, os óleos essenciais possuem baixa toxicidade aos mamíferos e são seletivos aos organismos não-alvos. Além disso, devido seus compostos serem de baixo peso molecular, garantem baixa persistência no meio ambiente (ISMAN; MIRESMALLI; MACHIAL, 2011; REGNAULT-ROGER; VICENT; ARNASON, 2012). A grande quantidade de compostos fornecida pelos óleos essenciais, resulta em uma maior possibilidade de interação com diferentes alvos de ação. Desta forma, dificulta uma possível evolução da seleção de populações resistentes (NTALLI; MENKISSOGLU-SPIROUDI, 2011). Tais vantagens permitem que diversos inseticidas botânicos, possam ser inseridos em um programa de manejo integrado de pragas (MIP) e conseqüentemente, serem utilizados em cultivos comerciais e na agricultura orgânica.

Várias famílias botânicas possuem espécies promissoras na produção de óleos essenciais. No Brasil, a flora é reconhecida mundialmente por possuir a maior diversidade genética vegetal. Estima-se que existam mais de 55.000 espécies já catalogadas, sendo que, apenas o bioma Caatinga é exclusivamente brasileiro e considerado único por sua heterogeneidade. Este apresenta 4.657 espécies botânicas com 913 (19,7%) táxons raros e/ou endêmicos (BFG, 2015), representados em maior escala pelas famílias Fabaceae, Poaceae, Asteraceae e Euphorbiaceae (FORZZA, 2010). Em menor escala, encontram-se as famílias Myrtaceae, Verbenaceae e Lamiaceae, classificadas como medicinais e aromáticas com grande potencial inseticida (LIMA et al., 2013a). Embora seja insuficientemente explorada em termos botânicos, essa alta biodiversidade traz um imenso potencial para sintetização

dos compostos secundários (MARANGONI; MOURA; GARCIA, 2012). Além disso, essa região é caracterizada por apresentar condições de déficit hídrico durante grande período do ano, além de temperaturas elevadas. Essas condições, consideradas de estresse para grande parte das espécies vegetais estimulam, uma maior produção de compostos secundários bioativos (GIULIETTI, 2004).

2.6 Gênero *Croton* (Euphorbiaceae)

Dentre as diversas famílias botânicas encontradas na região Nordeste, Matos (1989) ressalta a importância das Euforbiáceas, principalmente por serem detentoras de vasto potencial para a descoberta de novas moléculas. As plantas dessa família são consideradas as mais abundantes entre as angiospermas, com cerca de 245 gêneros e aproximadamente 6.300 espécies (GOVAERTS et al., 2000). O gênero *Croton* é o mais representativo da família, com cerca de 1.200 espécies amplamente distribuídas nas regiões tropicais no mundo todo (SILVA et al., 2010). Este gênero detém expressiva relevância econômica, principalmente pelo seu conteúdo de óleos essenciais e diversas substâncias ativas (MORAIS et al., 2006). No Brasil, o gênero *Croton* é representado por aproximadamente 350 espécies, das quais 35 foram catalogadas no estado de Pernambuco, destas 31 ocorrem exclusivamente na Caatinga (SILVA et al., 2010). São caracterizadas como plantas arbustivas de pequeno à grande porte, geralmente latescentes.

Pesquisas científicas relacionadas ao gênero *Croton* abrangem principalmente estudos fitoquímicos, levantamentos florísticos, estudos anatômicos, farmacológicos e toxicológicos (SALATINO; SALATINO; NEGRI, 2007). Muitas espécies deste gênero exercem diversas atividades biológicas, como antilipêmico, citotóxica, anti-proliferativa, antitumoral e anticâncer. Além disso, são muito utilizadas pela medicina popular (SALATINO; SALATINO; NEGRI, 2007; NARDI, 2006; DEVAPPA; MAKKAR; BECKER, 2010).

O alto potencial encontrado neste gênero tem despertado o interesse de pesquisadores quanto à descoberta de novas moléculas bioativas em produtos derivados dessas plantas. Análises fitoquímicas realizada por Medeiros (2012) possibilitou isolar 108 espécies do gênero *Croton*, pertencentes às mais variadas classes de compostos ativos, como os monoterpenos, sesquiterpenos

e fenilpropanóides, sendo possível detectar também os alcalóides, diterpenos, triterpenos, flavonóides, lignóides, dentre outros.

Croton sonderianus Muell.Arg., conhecido como “marmeleiro”, é uma espécie endêmica do Nordeste brasileiro, sendo considerada como arbusto pioneiro do bioma Caatinga (OLIVEIRA, 2008). Esta espécie é amplamente utilizada pela medicina tradicional (FRANCO; BARROS, 2006; TRINDADE; LAMEIRA, 2014), muito embora, nos últimos anos, estudos têm sido enfocados principalmente em relação ao efeito dos óleos contra insetos e ácaros, os quais já demonstraram atividade inseticida em *Nasutitermes corniger* (Motsch.) (Isoptera: Termitidae (LIMA et al., 2013a); em *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae) (SIQUEIRA et al., 2014); repelente em *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) (MELO et al., 2015), *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) (SILVA et al., 2008b), *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) (JARAMILLO-COLORADO et al., 2014), *Tetranychus bastosi* Tutler, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) (XAVIER et al., 2015) e atividade larvicida em *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) (LIMA et al., 2013b) e em mosquitos do gênero *Armigeres* e *Culex* (VONGSOMBATH et al., 2012).

Estudos fitoquímicos foram realizados por Souza et al (2016) visando analisar os compostos majoritários de *C. sonderianus*, sendo identificados cinquenta compostos diferentes, dentre eles o espatulenol (31,5%), 1-8-cineole (28,7%) e óxido de cariofileno (5,2%). Constituintes semelhantes foram encontrados em folhas de *C. conduplicatus*, porém em quantidades mais baixas, 1,8-cineole (15,88%), p-cimeno (11,38%), espatulenol (11,23%) e óxido de cariofileno (9,67%) (ALMEIDA et al. 2014). A espécie *Croton conduplicatus* Kunth., conhecida popularmente como “quebra-faca”, é bastante utilizada pela medicina popular, principalmente para tratamento de cefaleias e disfunções estomacais (CARTAXO; SOUZA; ALBUQUERQUE, 2010); anti-inflamatória e curativa (ALMEIDA et al., 2014); e efeito antinociceptivo (JÚNIOR et al., 2017). Apesar dos registros, estudos que envolvem o efeito dessas espécies botânicas no manejo de pragas, ainda é relativamente baixo e/ou inexistente.

2.7 Gênero *Lippia* (Verbenaceae)

A família Verbenaceae compreende 36 gêneros e 1.000 espécies com ampla distribuição Neotropical (SOUZA; LORENZI, 2012). No Brasil, a família é composta principalmente pelos gêneros *Verbena*, *Aloysia*, *Clerodendrum*, *Lippia* e *Lantana*, as quais podem ser encontradas em quase todo o território brasileiro, especialmente nas regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste e Nordeste (LORENZI, 1998).

O gênero *Lippia* é considerado o segundo maior da família, com aproximadamente 200 espécies, que englobam ervas, arbustos e árvores de pequeno porte, com ampla distribuição nas Américas do Sul e Central e África Central (PASCUAL et al., 2001; BLANK, 2013). Os principais centros de diversidade encontram-se no Brasil e México, sendo que aproximadamente 120 espécies estão presentes no Brasil, com destaque para os estados da Bahia, Minas Gerais e Goiás, distribuídas entre a vegetação da Caatinga e Cerrado (SALIMENA, 2000; GOMES; NOGUEIRA; MORAIS, 2011). Apesar da vasta ocorrência em todo o território brasileiro, os estudos relacionados à área fitoquímica, farmacológica e agrônômica, concentram-se principalmente nas espécies oriundas do Nordeste (GOMES; NOGUEIRA; MORAIS, 2011).

A espécie *Lippia gracilis* Schauer, é conhecida popularmente por diferentes nomes: alecrim, alecrim-do-mato, alecrim-do-campo, alecrim-da-chapada e alecrim-de-tabuleiro. Tradicionalmente, o seu uso é de grande relevância na medicina popular (PASCUAL et al., 2001; ALBUQUERQUE et al., 2007; RIELLA et al., 2012; FERRAZ et al., 2013). De acordo com a literatura, os óleos do gênero *Lippia* contém um grupo variado de substâncias que possuem alta toxicidade nos insetos, com registro sobre larvas de *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) (LIMA et al., 2013b; SILVA et al., 2008a); sobre os ácaros *Dermacentor nitens* (Neumann) e *Rhipicephalus microplus* (Boophilus) (Acari: Ixodidae) (GOMES et al., 2012; CRUZ et al., 2013); em lagartas *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Crambidae) (MELO et al., 2018); em *Nasutitermes corniger* (Motsch.) (Isoptera: Termitidae) (LIMA et al., 2013a) e em *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) (ILBOUDO et al., 2010).

Quanto à espécie *Lippia schaueriana* Mart., ainda não há relatos sobre as suas potencialidades. Inúmeros estudos têm atribuído o elevado potencial deste gênero ao constituinte químico carvacrol, especialmente, para o controle

de artrópodes-praga (ANDERSON; COATS, 2012; ZOUBIRI; BAALIOUAMER, 2014; GOVINDARAJAN et al., 2016; PARK et al., 2017).

Em geral, inúmeras plantas possuem atividade inseticida, e muitas delas precisam ser investigadas com a finalidade de avaliar seus compostos secundários. Obtendo-se resultados promissores, podem evoluir os estudos para a obtenção de inseticidas botânicos naturais ou formulação de produtos sintéticos.

3. REFERÊNCIAS

ABD-RABOU, S; SIMMONS, A.M. Survey of reproductive host plants of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Egypt, including new host records. **Entomology News**, Washington, v. 121, p. 456–65, 2010.

AGRIANUAL – **Anuário da Agricultura Brasileira**. 2017. Melão. São Paulo: Instituto FNP - consultoria e comércio. 482p.

AGROFIT. 2018. - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 02 de Janeiro. 2018.

AKHTAR, Y.; ISMAN M. B. Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 128, p. 32-38, 2004.

ALBUQUERQUE, U. P. et al. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 114, p. 325-354, 2007.

ALMEIDA, J; A, et al. Chemical composition of essential oils from *Croton conduplicatus* (Euphorbiaceae) in two different seasons. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, London, v. 17, n. 6, p. 1137-1145, 2014.

ANDERSON, J. A.; COATS, J. R. Acetylcholinesterase inhibition by nootkatone and carvacrol in arthropods. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Massachusetts, v. 102, p. 124–128, 2012.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA: BRAZILIAN FRUIT YEARBOOK 2017. Santa Cruz do Sul: **Editora Gazeta Santa Cruz**, p. 49, 2017.

ARAGÃO, F. A. S. de. **Divergência genética de acessos e interação genótipo x ambiente de famílias de meloeiro**. 2010. 107p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Rio Grande do Norte. 2010.

- ARAUJO, E. L. et al. Biological aspects of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on melon (*Cucumis melo* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 579-582, 2013.
- ARAUJO, E.L. et al. Efeito de inseticidas sobre a mosca minadora (Diptera: Agromyzidae), quando aplicado durante a fase de ovo. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Paraíba, v. 8, p. 18-22, 2012.
- ARAUJO, E.L. et al. Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no Semi-Árido do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 210-212, 2007.
- ARUNA, K; KALPANA, V.L; RAJU, D.V.V S. Evaluation of genotoxic potentials in agricultural workers exposed to pesticides. **International Journal of Applied Research**, Bangladesh, v. 1, n. 12, p. 44-48, 2015.
- ÁVILA A.C. et al. Produção de antissoro e detecção por DAS-ELISA do *Melon yellowing-associated virus* em melão. **Tropical Plant Pathology**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 245-247, 2008.
- AYVAZ, A. et al. Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. **Journal of Insect Science**, Oxford, v. 10, n. 21, p. 1-13, 2010.
- AZEVEDO, F. R, de. et al. Distribuição vertical de minas de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae) em folhas de meloeiro, em plantio comercial. **Revista de Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 3, p. 322-326, 2005.
- BAKKALI, F. et al. Biological effects of essential oils - A review. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 46 n. 46, p. 446-475, 2008.
- BASILE, A.; JIMÉNEZ-CARMONA, M. M.; CLIFFORD, A. A. Extraction of rosemary by superheated water. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46, n. 12, p. 5205–5209, 1998.
- BENELLI, G. et al. Neem (*Azadirachta indica*): towards the ideal insecticide? **Natural Product Research**, London, v. 31, n. 4, p. 369-386, 2017.
- BFG – **The Brazil Flora Group, Growing Knowledge**: An overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, v. 64, p. 1085-1113, 2015.
- BIASI, L.A; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas**: do cultivo à produção de óleo essencial. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 2009. 106p.
- BLANK, A. F. Transformação de recursos genéticos de plantas aromáticas nativas em riqueza: o potencial do alecrim-de-tabuleiro (*Lippia gracilis*). **Horticultura Brasileira [online]**, Brasília, v. 31, p. 512. 2013.
- BONDAR, G. **Aleyrodídeos do Brasil**. São Paulo: Secretaria de agricultura, indústria e obras públicas. Seção de Pathologia Vegetal, 1923. 84p.

BOUCHER S. **Family Agromyzidae (Leaf-mining Flies)**. In: BROWN B.V et al. (Eds) Manual of central american diptera, national research council press, Ottawa, v. 2, p. 1057–1071, 2010.

BRASIL. 2018. Ministério do Meio Ambiente. **Agrotóxicos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotoxicos>>. Acesso em: 08 jan. 2018

BROWN, J. K.; FROHLICH, D. R.; ROSSELL, R. C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 40, n. 9, p. 511-534, 1995.

BROWN, J.K. Phylogenetic Biology of the *Bemisia tabaci* Sibling Species Group. In: STANSLY, P.A; NARANJO, S.E. (eds.) **Bemisia: Bionomics and Management of a global pest**. Springer, 37p. 2010.

BROWN, J.K; BIRD, J. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated discords in the Americas and the Caribbean basin. **PL. Disease**, v. 76, p. 220-225, 1992.

BURGER, Y. et al. Genetic Diversity of *Cucumis melo*. **Horticultural Reviews**, Belgium, v. 36, n. 1, p. 165-198, 2010.

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

CAPINERA, J. L. Vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard (Insecta: Diptera: Agromyzidae). **IFAS Extension**: University of Florida, 2001.

CARTAXO, S.L.; SOUZA, M.M.A.; ALBUQUERQUE, U.P. Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil. **Journal Ethnopharmacology**, Limerick, v. 131, p. 326–342, 2010.

CELIN, E.F. et al. New sources of resistance to leafminers (*Liriomyza sativae*) in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 2, 12p. 2017.

CIKMAN, E. Parasitoids of the leafminers (Diptera: Agromyzidae) from Elaz Province, Turkey. **African Journal of Agricultural Research**, v.7, n. 12, p. 1937-1943, 2012.

COELHO S.A.M.P. et al. Resistência de meloeiro a *Bemisia tabaci* biótipo B. **Bragantia**, Campinas, v.68, p. 1025-1035, 2009.

COLLINS, D. W. Protocol for the diagnosis of quarantine organisms: *Liriomyza* spp. (*L. sativae*, *L. trifolii*, *L. huidobrensis*, *L. bryoniae*). **York: Central Science Laboratory**, p.1-8, 2004. Disponível em: <<http://baniameri.entomology.ir/SciRef/SciRefEng11.pdf>> Acesso em: 10 ago 2017.

COSTA LIMA, T. C.; GEREMIAS, L. D.; PARRA, J. R. P. Efeito da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento de *Liriomyza sativae* Blanchard

- (Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata*. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 6, p. 727-733, 2009.
- COSTA, E. M. et al. Extrato aquoso de sementes de nim no controle de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, 2016.
- COSTA-LIMA, T. C.; GEREMIAS, L. D.; PARRA, J. R. P. Reproductive activity and survivorship of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) at different temperatures and relative humidity levels. **Environmental Entomology**, College Park, v. 39, n. 1, p. 195- 201, 2010.
- COSTA-LIMA, T.C da; SILVA, A. de C; PARRA, J.R.P. Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia. (**Documentos**, 268), Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.
- COSTA-LIMA, T.C.C. et al. Guia sobre Mosca-branca em Meloeiro: Monitoramento e Táticas de Controle. **Circular técnica**, Petrolina: Embrapa Semiárido, n. 112, 8p, 2016.
- COSTA-LIMA, T.C; CHAGAS, M.C; PARRA, J.R. Temperature-dependent development of two neotropical parasitoids of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Insect Science**, Oxford, v. 1, p. 14-245, 2014.
- COSTA-LIMA, T.C; L.D. GEREMIAS; J.R.P. PARRA. Efeito da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata*. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, p. 727-733, 2009.
- CRISÓSTOMO, J. R.; ARAGÃO, F. A. S. Melhoramento genético do meloeiro. In: VIDAL NETO F.C., CAVALCANTI J.J.V. **Melhoramento genético de plantas no Nordeste**. Brasília, DF: Embrapa, p. 209-246, 2013.
- CRUZ, E. M. O. et al. Acaricidal activity of *Lippia gracilis* essential oil and its major constituents on the tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 195, p. 198-202, 2013.
- CUTHBERTSON, A.G.S.; VÄNNINEN, I. The importance of maintaining Protected Zone status against *Bemisia tabaci*. **Insects**, Basel, v. 6, p. 432-441, 2015.
- DAMASCENO, G. C. C; OLIVEIRA, A. C; LIMA, T. C. da C. Suscetibilidade de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro a inseticidas. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 12., 2017, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017. p. 155-160.
- DE BARRO, P.J. et al. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 56, p. 1-19, 2011.
- DEVAPPA, R.K.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Jatropha Toxicity – a review. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, London, v. 13, p. 476-507, 2010.

FERNANDES, O. A. Melão: campo minado. **Revista Cultivar**, v. 4, n. 23, p. 26-27, 2004.

FERNANDES, O.A.; FERREIRA, C.C.; MONTAGNA, M.A. **Manejo integrado de pragas do melão: manual de reconhecimento das pragas e táticas de controle**. Jaboticabal: Funep, 2000. 28p.

FERRAZ, R.P. et al. Cytotoxic effect of leaf essential oil of *Lippia gracilis* Schauer (Verbenaceae), **Phytomedicine**, Stuttgart, v. 20, p. 615-21, 2013.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. **Cultura do melão**. In: FONTES, P. C. R. Olericultura: teoria e prática. Viçosa: MG. Editora UFV. 2005. p. 407-428.

FORZZA, R. C. *et al.* 2010. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v. 1, 2010.

FRANCO, E.A.P.A; BARROS, R.F.M. Uso e diversidade de plantas medicinais no Quilombo Olho D'água dos Pires. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Esperantina, v. 8, n. 3, p. 78–88, 2006.

FREITAS, J. de A; D. SOBRINHO, R. B; ANDRADE, A. P. S de; Produção integrada de melão nos pólos Mossoró-Açu e Baixo Jaguaribe: Diagnóstico das conformidades e não conformidades com os requisitos do sistema. – Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**. 2009.

GHIMIRE, N; WOODWARD, R.T. Under- and over-use of pesticides: An international analysis. **Ecological Economics**, Hanover, v. 89, p. 73-81, 2013.

GILL, R.J. **The morphology of whiteflies**, p.13-46. In D. Gerling (ed.). Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management. Intercept, Andover, 1990. 348p.

GIULIETTI, A.M., et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma caatinga. In: J.M.C. SILVA; M. TABARELLI; M.T. FONSECA; L.V. LINS (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: Áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 48-90, 2004.

GNANKINÉ, O; BASSOLÉ, I. H. N. Essential oils as an alternative to pyrethroids' resistance against *Anopheles* species complex giles (Diptera: Culicidae), **Molecules**, Emeryville, v. 22, p. 2-23, 2017.

GOMES, G. A. et al. Chemical composition and acaricidal activity of essential oil from *Lippia sidoides* on larvae of *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae) and larvae and engorged females of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, Berlin, v. 111, p. 2423-2430, 2012.

GOMES, S. V. F.; NOGUEIRA, P. C. L; MORAES, V. R. S. Aspectos químicos e biológicos do gênero *Lippia* enfatizando *Lippia gracilis* Schauer. **Ecletica Química**, São Paulo, v. 36, n.1, p. 64-77, 2011

GOVAERTS, R. et al. **World checklist and bibliography of Euphorbiaceae (with Pandaceae)**. (4ªEd). Kew: Royal Botanic Gardens. 2000. 1661p.

GOVINDARAJAN, M. et al. Research in veterinary science larvicidal potential of carvacrol and terpinen-4-ol from the essential oil of *Origanum vulgare* (Lamiaceae) against *Anopheles stephensi*, *Anopheles subpictus*, *Culex quinquefasciatus* and *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae). **Research in Veterinary Science**, London, v. 104, p. 77-82, 2016.

GUANTAI, K. M. M. et al. Differential effects of pesticide applications on *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids on pea in Central Kenya. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 108, p. 662-671, 2015.

GUEDES, R.N.C; G. et al. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v. 61: p.3.2-3.20, 2016.

GUIMARÃES, J. A. et al. Biologia e manejo de mosca minadora no meloeiro. **Circular Técnica**, Brasília, v. 1, n. 77, p. 1-9, 2009.

GUIMARÃES, J. A. et al. Recomendações para o manejo das principais pragas do meloeiro na região do semi-árido nordestino. **Circular Técnica**, Fortaleza: CE, n. 24, 2005.

HAGHANI, M. et al. Thermal requirement and development of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on cucumber. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 100, n. 2, p. 350-356, 2007.

HAJI, F. N. P. et al. Manejo da mosca-branca na cultura do tomate. Petrolina: Embrapa-CPATSA, **Circular Técnica**, n. 81. 2005. 16p.

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)**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. p. 21-30.

HERNÁNDEZ, R.; HARRIS, M.; LIU, T.X. Impact of insecticides on parasitoids of the leafminer, *Liriomyza trifolii*, in pepper in south Texas. **Journal of Insect Science**, Oxford, p. 11-61, 2011.

HOROWITZ, A.R. et al. Biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* and their relevance to neonicotinoid and pyriproxyfen resistance. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, Korea, v. 58, p. 216–225, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2018. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>. Acesso em: 01 fev. 2018.

ILBOUDO, Z. et al. Biological activity and persistence of four essential oils towards the main pest of stored cowpeas, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, Elmsford, v. 46, p. 124–128, 2010.

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

ISMAN, M.B., S. MIRESMALLI; C. MACHIAL. Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. **Phytochemistry**, New York, v. 10, p. 197-204, 2011.

ISMAN, M.B.; GRIENEISEN, M.L. Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. **Trends in Plant Science**, v.19, p.140–145, 2014

JALALI-HERAVI, M.; PARASTAR, H.; SERESHTI, H. Towards obtaining more information from gas chromatography–mass spectrometric data of essential oils: An overview of mean field independent component analysis. **Journal of Chromatography A**, New York, v. 1217, p. 4850–4861, 2010.

JARAMILLO-COLORADO. et al. Volatile secondary metabolites from Colombian *Croton malambo* (Karst) by different extraction methods and repellent activity of its essential oil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, London, v. 17, n. 5, p. 992-1001, 2014.

JOHN, K. J. et al. On the occurrence, distribution, taxonomy and genepool relationship of *Cucumis callosus*(Rottler) Cogn., the wild progenitor of *Cucumis melo* L. from India. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 59, n. 2, p 1-10, 2012.

JÚNIOR, R. G. O. et al. Antinociceptive effect of the essential oil from *Croton conduplicatus* Kunth (Euphorbiaceae). **Molecules**, Emeryville, v. 22, p. 900, 2017.

KANG, L.; B, B.; WEI, J. N.; LIU, T. X. Roles of thermal adaptation and chemical ecology in *Liriomyza* distribution and control. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 54, p. 127-145, 2009

KIM, S.I. et al. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research**, Elmsford, v. 39, p. 293-303, 2003.

LACERDA, J. T.; CARVALHO, R. A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivirus em culturas econômicas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, Paraíba, v. 2, n. 2, p. 15–22, 2008.

LI, H; CHEN, C; CAO, X. Essential oils-oriented chiral esters as potential pesticides: Asymmetric syntheses, characterization and bio-evaluation. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 432-436, 2015.

LIMA, G. P.G. et al. Further insecticidal activities of essential oils from *Lippia sidoides* and *Croton* species against *Aedes aegypti* L. **Parasitology Research**, Berlin, v. 112, n. 5, p. 1953-1958, 2013b.

LIMA, J. K. A. et al. Biotoxicity of some plant essential oils against the termite *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). **Industrial Crops and Products**, v. 47, p. 246-251, 2013a.

LIMA, M.F; OLIVEIRA, V.R; AMARO, G.B. Cucurbit-infecting viruses in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1151, p. 251-258, 2017.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2a ed. São Paulo: Nova Odessa, Plantarum. 1998. 142p.

LOURENÇÃO, A. L. et al. Resistência de plantas de importância econômica à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B. In: BALDIN, et al. (Org.). **Avanços em fitossanidade**. Botucatu: Unesp/Fepaf, p. 33-54, 2011.

LUQUE DE CASTRO, M. D. et al. Towards more rational techniques for the isolation of valuable essential oils from plants. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, Ontario, v. 18, n. 11, p. 708-716, 1999.

MACARY, F. et al. A multi-scale method to assess pesticide contamination risks in agricultural watersheds. **Ecological Indicators**, v. 36, p. 624-639, 2014.

MACDONALD, O.C. Responses of the alien leaf miners *Liriomyza trifolii* and *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) to some pesticides scheduled for their control in the UK. **Crop Protection**, Riverside, v. 10, p. 509-513, 1991.

MANN, J. **Secondary metabolism**. Oxford: Clarendon. 1995, 374p.

MARANGONI, C; MOURA, N. F. de; GARCIA, F. R. M. Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. **Revista de Ciências Ambientais**, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 2, p. 95-112, 2012.

MARTIN, J; MOUND, L. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Lista de las moscas blancas del mundo (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae), **Zootaxa**, Auckland, v. 1, p. 1-84, 2007.

MARTINEZ, S.S. O NIM – *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção. **Instituto Agronômico do Paraná**, Londrina. 142p, 2002.

MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais**: Guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. v.2, Fortaleza: IOCE, 1989. 144p.

MEDEIROS, V. M. et al. Phytochemistry of the genus *Croton*, In: **Natural Products: Research Reviews**. Edit. GUPTA, V. K. Daya Publishing House, New Delhi, v. 1, p. 217, 2012.

- MELO B. A. et al. Repellency and bioactivity of Caatinga biome plant powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 98, n. 2, p. 417–423, 2015.
- MELO, C. R. et al. Toxicity of essential oils of *Lippia gracilis* chemotypes and their major compounds on *Diaphania hyalinata* and non-target species. **Crop Protection**, Riverside, v. 104, p. 47-51, 2018.
- MELO, P. C. T. **Mosca branca ameaça produção de hortaliças**. Campinas: ASGROW, (ASGROW. Semente. Informe Técnico), 1992. 2p.
- MENDELSON, R; BALICK, M.J. The value of undiscovered pharmaceuticals in tropical forests. **Economic Botany**, New Haven, v. 49, p. 223–28, 1995.
- MENDONÇA-JÚNIOR, A. F. de; **Crescimento, produção e qualidade de melão e melancia cultivadas sob extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.)** 2015. 126f. Tese. (Pós-Graduação em Fitotecnia) Universidade Federal Rural do Semiárido, Rio Grande do Norte. 2015.
- MINKENBERG, O. P. J. M.; LENTEREN, J.C.V. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. **Agriculture University Wageningen Papers**, Wageningen, v. 86, n. 2, p. 1-50, 1986.
- MINKENBERG, O.P.J.M. Life history of the agromyzid fly *Liriomyza trifolii* on tomato at different temperatures. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, Amsterdam, v. 48, p. 73-84, 1988.
- MIRESMALLI, S; ISMAN, M.B. Botanical insecticides inspired by plant-herbivore chemical interactions. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 29-35, 2014.
- MITHOFER, A; W. BOLAND. Plant defense against herbivores: chemical aspects. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 63, p. 431-450, 2012.
- MORAES, G. J.; MAGALHÃES, A. A.; OLIVEIRA, C. A. V. Resistência de variedades de *Vigna unguiculata* ao ataque de *Liriomyza sativae* (Diptera, Agromyzidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 219-221, 1981.
- MORAIS, S.L.; BRAZ-FILHO, R. (Orgs.). **Produtos Naturais: estudos químicos e biológicos**. Fortaleza: EdUECE, 2007. 240p.
- MORAIS, S.M de. et al. Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de *Croton* do Nordeste do Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 5, p.907-910, 2006.
- MURPHY, S.T; LASALLE, J. Review article: balancing biological control strategies in the IPM of new world invasive *Liriomyza* leafminers in field vegetable crops. **Biocontrol News and Information**, Wallingford, v. 20, p. 91-104, 1999.

NAGATA, T. et al. A novel melon flexivirus transmitted by whitefly. **Archives of virology**, Wien, v. 150, p. 379-87, 2005.

NAKANO, O; WIENDL, F.M; MINAMI, K. Uma nova praga (Agromyzidae) da couve. **Revista Agrícola**, Piracicaba, v. 42, p. 1-10, 1967.

NARDI, G. M. et al. Antinociceptive effect of *Croton celtidifolius* Baill (Euphorbiaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 107. p. 73-8. 2006.

NAVAS-CASTILLO, J.; FIALLO-OLIVÉ, E.; SÁNCHEZ-CAMPOS, S. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. **Annual Review of Phytopathology**, Bethesda, v. 49, p. 219–48, 2011.

NERIO, L. S.; OLIVERO-VERBEL, J; STASHENKOB, E. Repellent activity of essential oils: A review. **Bioresource Technology**, New York, v. 101, p. 372-378, 2010.

NTALLI, N.G.; MENKISSOGLU-SPIROUDI, U. Pesticides of botanical origin: a promising tool in plant protection. In: STOYTICHEVA, M; editor. **Pesticides – formulations, effects, fate**. Rijeca: InTech; p. 3-24, 2011.

OLIVEIRA, A. M. de; **Aspectos técnicos e ambientais da produção de melão na zona homogênea Mossoreense, com ênfase ao controle da mosca-branca e da mosca-minadora**. 2008. 177f. Tese. (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Rio Grande do Norte. 2008.

OLIVEIRA, M.R.V.; LIMA, L.H.C. **Moscas-Branças na cultura da mandioca**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 57p.

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

OOTANI, M.A. et al. Use of essential oils in agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 4, n. 2, p. 162-175, 2013.

PARK, J. H. et al. Insecticidal toxicities of carvacrol and thymol derived from *Thymus vulgaris* Lin. against *Pochazia shantungensis* Chou & Lu., newly recorded pest. **Scientific Reports**, v. 7, p. 1-7, 2017.

PARRELA, M.P. Biology of *Liriomyza*. **Annual Review of Entomology**, Riverside, v. 32, p. 210- 226, 1987.

PASCUAL, M. E. et al. *Lippia*: tradicional uses, chemistry and pharmacology: a review. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 76, p. 201-214, 2001.

PEDROSA, J.F. **Cultura do melão**. Mossoró: ESAM, 1997. 50 p.

PEIXOTO, M. G. et al. Toxicity and repellency of essential oils of *Lippia alba* chemotypes and their major monoterpenes against stored grain insects. **Industrial Crops and Products**, v. 71, p. 31-36, 2015

PEREIRA, W. de B; et al. Produção do melão “amarelo” submetido a distintos sistemas de irrigação e mulching em Petrolina-PE. In: **IV INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING**. 2017. 10p.

PERRING, T. M. The *Bemisia tabaci* species complex. **Crop Protection**, Riverside, v. 20, n. 9, p. 725–737, 2001.

PESHIN, R. et al. Integrated Pest Management: A global overview of history, programs and adoption. **Integrated Pest Management: Innovation-Development Process**, Chatha, v. 1, p. 1-49, 2009.

PICHERSKY, E; GERSHENZON, J. The formation and function of plant volatiles: Perfumes for pollinator attraction and defense. **Current Opinion in Plant Biology**, Lodon, v. 5, p. 237–243, 2002.

PIMENTEL, D. et al. Environmental and economic costs of pesticide use. **Bioscience**, Washington, v. 42, p. 750–760. 1992.

RAMALHO, F.S.; MOREIRA, J.O.T. Algumas moscas minadoras (Diptera, Agromyzidae) e seus inimigos naturais do trópico semi-árido do Brasil. **Ciência e Cultura**. **XXXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, Fortaleza, v. 31, n. 7, p. 8, 1979.

RAVEN, P. H; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 728p.

REGNAULT-ROGER, C; VINCENT, C; ARNASON, J. T. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 57, p. 405-424, 2012.

RIELLA, K. R. et al. Anti-inflammatory and cicatrizing activities of thymol, a monoterpene of the essential oil from *Lippia gracilis*, in rodents. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 143, p. 656-663, 2012.

RUBATZKY, V. E.; YAMAGUSHI M. **World vegetables**: principles, production and nutritive values. Chapman & Hall, New York, 2ed., 1997.

SALATINO, A; SALATINO, M. L. F; NEGRI, G. Traditional uses, chemistry and pharmacology of *Croton* species (Euphorbiaceae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 11-33, 2007.

SALIMENA, F.R.G. et al. Verbenaceae. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2000. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB246>> Acesso em: 17 janeiro de 2017.

SALVIANO, A. M. et al. **A cultura do melão**. In: COSTA, N. D. (Ed.). (Coleção Plantar, 76) .3ª ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 202p.

SANTOS, F. G. B. et al. Produção e qualidade de melão Cantaloupe em cultivo protegido temporariamente com agrotêxtil em Mossoró, Rio Grande do Norte. **Revista Ceres**, Minas Gerais, v. 62, n. 1, p. 93-100, 2015.

SEBASTIAN, P. et al. Cucumber (*Cucumis sativus*) and melon (*C. melo*) have numerous wild relatives in Asia and Australia, and the sister species from melon is from Australia. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 107, p. 14269–14273, 2010.

SILVA, A.G da. et al. Mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro: Características gerais, bioecologia e métodos de controle. **Entomo Brasilis**, Amazônia, v. 10, n. 1, p. 8, 2017.

SILVA, C.G.V. Composition and insecticidal activity of the essential oil of *Croton grewoides* Baill. against Mexican bean weevil (*Zabrotes subfasciatus* Boheman). **Journal of Essential Oil Research**, London, v. 20, p. 179-182, 2008b.

SILVA, J.S. et al. Sinopse das espécies de *Croton* L. (Euphorbiaceae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 24, n. 2, 2010

SILVA, W.J. et al. Effects of essential oils on *Aedes aegypti* larvae: alternatives to environmentally safe insecticides. **Bioresource Technology**, New York, v. 99, n. 8, p. 3251-5, 2008a.

SIQUEIRA, F. F. da S. et al. Atividade acaricida de extratos aquosos de plantas da caatinga sobre ácaro verde da mandioca. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 109-116, 2014.

SOLÓRZANO, F.; MIRANDA M. G. Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents. **Current Opinion in Biotechnology**, London, v. 23, n. 2, p. 136-41, 2012.

SOUZA, A.V.V. et al. Influence of season, drying temperature and extraction time on the yield and chemical composition of 'marmeleiro' (*Croton sonderianus*) essential oil. **Journal of Essential Oil Research**, London, v. 29, n. 1, p. 76-84, 2016.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado na APG III. 3.ed. São Paulo: Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2012. 768p.

SPENCER, K. A. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. **Series Entomologica**, Netherlands.p. 418, 1973.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TAVARES, S. C. C. H. **Melão**: Fitossanidade. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, v. 1, p. 11-19. 2002.

TONG, F; COATS, J. R Effects of monoterpenoid insecticides on [3 H]-TBOB binding in house fly GABA receptor and ³⁶Cl uptake in American cockroach ventral nerve cord. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Massachusetts, v. 98, n. 3, p. 317–324, 2010.

TRINDADE, M.J.S; LAMEIRA, O. A. Espécies úteis da família Euphorbiaceae no Brasil. **Revista cubana de plantas medicinales**, Ciudad de La Habana, v. 19, n. 4, p. 292-309, 2014.

TRIPATHI, A. K. et al. A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, Lucknow, v. 1, n. 5, p. 52-63, 2009.

VILELA, E. F.; ZUCCHI, E. A.; CANTOR, F. **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. 173p.

VILLAS BÔAS, G. L. et al. Manejo Integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasília: Embrapa, **Circular técnica**, n. 9, 1997.

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). **Circular técnica**, Brasília: Embrapa Hortaliças, n. 70, 2009.

VIZZOTTO, M. KROLOW, A. C. R. WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. (**Documentos, 316**), Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 16p, 2010.

VONGSOMBATH, C. et al. Mosquito (Diptera: Culicidae) Repellency field tests of essential oils from plants traditionally used in Laos. **Journal of Medical Entomology**, Oxford, v. 49, n. 6, p. 1398–1404, 2012.

XAVIER, M.V.A. et al. Toxicidade e repelência de extratos de plantas da caatinga sobre *Tetranychus bastosi* Tutler, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) em pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 17, n. 4, p. 790-797, 2015

ZOUBIRI, S.; BAALIOUAMER, A. Potentiality of plants as source of insecticide principles. **Journal of Saudi Chemical Society**, Algiers, v. 18, p. 925–938, 2014.

4. ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DOS GÊNEROS *Croton* E *Lippia* SOBRE *Liriomyza sativae*¹

RESUMO

A mosca-minadora, *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae), é considerada praga-chave do meloeiro. O uso de inseticidas sintéticos não tem obtido resultados satisfatórios de controle deste inseto. Desta forma, novos métodos têm sido buscados para reduzir a população de *L. sativae* aliado a um menor impacto ao meio ambiente. Dentro deste contexto, os inseticidas botânicos por meio do uso de seus óleos essenciais (OEs) se apresentam como alternativas promissoras. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito inseticida e sobre a oviposição de *L. sativae*, em meloeiro, dos OEs das espécies: *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Croton conduplicatus* Kunth., *Lippia gracilis* Schauer e *Lippia schaueriana* Mart. Para verificar o efeito inseticida dos OEs, estes foram aplicados sobre larvas recém-eclodidas. Os tratamentos consistiram em soluções de 1.000 ppm. A mortalidade larval foi verificada diariamente, sendo que, para as pupas, registrou-se a duração e viabilidade pupal. O efeito de preferência para oviposição e alimentação de fêmeas adultas de *L. sativae*, foi avaliado por meio de testes com e sem chance de escolha. Nesse caso, os tratamentos consistiram de pulverizações com soluções (500 ppm) dos referidos OEs. A avaliação foi realizada após 24 horas de exposição aos tratamentos. Em todos os bioensaios, manteve-se o tratamento testemunha. Os resultados demonstraram aumento da mortalidade de larvas e pupas de *L. sativae* após tratamento com os OEs de *L. gracilis* e *L. schaueriana*. Quanto à duração pupal, o OE do caule de *C. conduplicatus* prolongou esse período quando comparado com os demais óleos e a testemunha (DMSO 1%). O OE das folhas dessa mesma espécie, além do caule de *C. sonderianus*, também prolongaram o período pupal da praga. Nos bioensaios de preferência para a oviposição e alimentação, verificou-se que o óleo de folhas de *C. conduplicatus* reduziu a postura em 2,7 vezes em relação a testemunha. Quando não houve chance de escolha, a preferência alimentar foi afetada pela ação dos OEs, com destaque para as folhas desta mesma espécie. Diante dos resultados, verifica-se que os OEs de folhas *L. gracilis* e *L. schaueriana* possuem potencial inseticida sobre os estágios imaturos de *L. sativae* e o OE de folhas de *C. conduplicatus* na proteção de plantas de meloeiro contra infestação da mosca-minadora.

Palavras-chave: Melão. Toxicidade. Mosca-minadora. Inseticidas botânicos.

¹ OLIVEIRA, A.C.; COSTA-LIMA, T.C.; SOUZA, A.V.V; GERVÁSIO, R.C.R.G.; ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DOS GÊNEROS *Croton* E *Lippia* SOBRE *Liriomyza sativae*.
A ser submetido

4. INSECTICIDE ACTIVITY OF PLANTS ESSENTIAL OILS OF THE GENUS *Croton* AND *Lippia* OVER *Liriomyza sativae*

ABSTRACT

The leafminer fly, *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae), is considered a key pest of the melon crop. The synthetic insecticides use has not obtained satisfactory control results. Therefore, new methods have been sought to reduce *L. sativae* populations with a lower impact on the environment. Within this context, botanical insecticides through the use of their essential oils (EO) are presented as promising alternatives. The objective of this work was to evaluate the insecticidal effect and the oviposition influence of *L. sativae* in melon plants, of the EO species: *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Croton conduplicatus* Kunth., *Lippia gracilis* Schauer and *Lippia schaueriana* Mart. In order to verify the insecticidal effect of the EO, they were applied on recent hatched larvae. The treatments consisted of solutions of 1,000 ppm. The larval mortality was verified daily, and for the pupae, was evaluated the duration and viability. The preference effect for oviposition and feeding of *L. sativae* adult females was evaluated by means of tests with and without possibility of choice. In this case, the treatments consisted of spraying with solutions (500 ppm) of the referred EO. The evaluation was performed after 24 hours of exposure to the treatments. In all bioassays, the control treatment (DMSO 1%) was maintained. The results showed an increase in mortality of larvae and pupae of *L. sativae* after treatment with EO of *L. gracilis* and *L. schaueriana*. Regarding the pupal duration, the stem EO of *C. conduplicatus* prolonged this period when compared to the other oils and the control. The leaves EO of this same species, besides the stem of *C. sonderianus*, also prolonged the pupal period of the pest. In the oviposition and feeding preference bioassays, it was verified that the leaves oil of *C. conduplicatus* reduced the posture by 2.7 times in relation to the control. When there was no choice, the food preference was affected by the action of the EO, with emphasis on the leaves of this same species. In view of the results, the EO of *L. gracilis* and *L. schaueriana* leaves shows insecticidal potential on the immature stages of *L. sativae* and the leaves EO of *C. conduplicatus* in the protection of melon plants against leafminer fly infestation.

Key-words: Melon. Toxicity. Leafminer fly. Botanical insecticides.

INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma das principais cucurbitáceas cultivadas no Brasil, sendo sua produção concentrada, principalmente, na região Nordeste. Aproximadamente 88,5% dos cultivos dessa olerácea no país são oriundos de áreas irrigadas do semiárido (IBGE, 2018). Uma das maiores limitações ao cultivo de melão relaciona-se ao ataque da mosca-minadora, *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (COSTA-LIMA; SILVA; PARRA, 2015). O maior dano é causado pelas larvas, que alimentam-se internamente nas folhas formando galerias. Desta forma, provocam uma redução na área foliar e conseqüentemente na atividade fotossintética, resultando em uma menor produtividade e qualidade dos frutos (COSTA-LIMA; GEREMIAS; PARRA, 2010; ARAUJO et al., 2013).

O controle de *L. sativae* em meloeiro é realizado principalmente com o uso de inseticidas sintéticos. No entanto, produtores de melão tem relatado baixa eficiência dos produtos disponíveis. O mais provável é que tenham sido selecionadas populações de mosca-minadora resistentes a diferentes inseticidas, como já relatado em outros países para diferentes princípios ativos (PARRELLA; KEIL; MORSE, 1984; FERGUSON, 2004; WEI et al., 2015).

Uma das alternativas de controle aos produtos sintéticos são os inseticidas botânicos, com diversos relatos de ações sobre os insetos (ISMAN, 2006). Dentre estes, destacam-se a categoria dos óleos essenciais (OEs), derivados de plantas aromáticas que apresentam compostos de defesa a herbívoros, constitutivos e induzidos (WALLING, 2000). Os OEs, em geral, possuem baixa toxicidade aos mamíferos, seletividade aos organismos não-alvos e menor persistência nos agroecossistemas (REGNAULT-ROGER; VICENT; ARNASON, 2012). Por apresentarem um complexo de substâncias que permitem maior interação e atuação em alvos distintos, geram um menor risco de seleção de populações resistentes (NTALLI; MENKISSOGLU-SPIROUDI, 2011).

O bioma Caatinga é representado por uma ampla diversidade vegetal, o qual detém inúmeras espécies com potencial pouco explorado para uso agrícola. Dentre estas, destacam-se as espécies do gênero *Lippia* e *Croton*, as quais há registros para atividade sobre ácaros fitófagos (SIQUEIRA et al., 2014), pragas de grãos armazenados (PEIXOTO et al., 2015; MELO et al., 2015) e insetos

vetores de vírus, como *Aedes aegypti* (L.) (LIMA et al., 2013b; NASCIMENTO et al., 2016).

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito inseticida e sobre a oviposição de *L. sativae*, em meloeiro, dos OEs das espécies: *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Croton conduplicatus* Kunth., *Lippia gracilis* Schauer e *Lippia schaueriana* Mart.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos óleos essenciais

As folhas de *L. gracilis* e *L. schaueriana* e as folhas e raspas de caules de *C. sonderianus* e *C. conduplicatus* foram coletadas nas respectivas coordenadas: 09°23'35"S e 40°30'27"O; 09°09'S e 40°22'O; 09°07'17"S e 40°31'9"O; 09°03'54"S e 40°19'12"O, em Petrolina (PE). As estruturas vegetativas de *Lippia* spp. foram obtidas em dezembro de 2011 e de *Croton* spp., entre julho e setembro de 2012. Em laboratório, os materiais vegetais foram secos em temperatura ambiente e pesados até a obtenção de 100 gramas. Esse material foi então submetido à hidrodestilação, utilizando-se o aparelho de Clevenger para a extração dos óleos essenciais. Para eliminação da água residual, os óleos foram secos a partir da utilização de sulfato de sódio anidro e, com o uso de pipeta do tipo Pasteur foram coletados e armazenados em frascos de vidro de cor âmbar, em freezer, a uma temperatura de 4°C.

Para determinar a umidade, efetuou-se a pesagem de cinco gramas do material imerso em 50mL de ciclohexano (C₆H₁₂), inserido em um balão volumétrico com capacidade para 250mL acoplado a um condensador com coletor volumetricamente graduado. Posteriormente, foi realizado o aquecimento por meio de manta aquecedora a uma temperatura de 100 ± 5°C. Três horas após o processo de destilação, foi quantificado o volume de água contido nas amostras. Para o cálculo da umidade, foi considerado o teor de água contido em 100 gramas da amostra utilizada (SOUZA et al., 2016; ALMEIDA et al., 2014; 2015; SOUZA et al., 2017).

Identificação dos principais compostos

A identificação dos compostos presentes nos OEs das espécies botânicas *C. sonderianus*, *C. conduplicatus* e *L. gracilis*, foi realizada a partir de amostras dos materiais vegetais coletados e extraídos pelos respectivos autores: Souza et al. (2016); Almeida et al. (2014, 2015) e Souza et al. (2017). No entanto, o processo para obtenção dos OEs de folhas de *L. schaueriana* e de raspas de caule de *C. sonderianus* e a identificação dos compostos principais, foram realizados pelo Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE.

A composição química dos OEs foi determinada através da técnica de cromatografia de fase gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-MS) em cromatógrafo Shimadzu GC-2010 Plus; GCMS-QP2010 Ultra, equipado com um amostrador automático modelo AOC-20i (SOUZA et al., 2016; ALMEIDA et al., 2014; 2015; SOUZA et al., 2017). E por cromatografia de fase gasosa acoplada a um detector de ionização em chama (CG-DIC) em cromatógrafo Varian® CP-3380, equipado com DIC. Os constituintes químicos foram identificados com base na comparação dos índices de retenção da literatura. Para o índice de retenção foi utilizada a equação de Van den Dool e Kratz (1963) em relação a uma série homóloga de n-alcenos (nC_9 - nC_{18}) e três bibliotecas do equipamento WILEY8, NIST107 e NIST21 que permite a comparação dos dados dos espectros com aqueles constantes das bibliotecas recorrendo a um índice de similaridade de 80%.

Criação e manutenção de *L. sativae* e plantas hospedeiras

Inicialmente, foi realizada uma coleta de populações de *L. sativae* em área de meloeiro no perímetro irrigado do Salitre, município de Juazeiro (BA). A partir desta, foi estabelecida uma criação em laboratório com plantas de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] com base em Costa-Lima (2011).

Para uso nos experimentos, plantas de melão do tipo amarelo, variedade Gladial, foram semeadas semanalmente em casa de vegetação em bandejas de 200 células, contendo o substrato de plantio comercial Plantmax®. As mudas foram transplantadas para copos de 500 mL com areia e adubo orgânico (1:1) e protegidas com um tecido *voile* para evitar infestações de

mosca-minadora e outros insetos. Quando apresentaram duas folhas permanentes completamente expandidas (aproximadamente 20 dias após o semeio), as plantas foram submetidas à oviposição em gaiolas de criação durante 24 horas. Posteriormente, foram transferidas para câmaras climatizadas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $50 \pm 20\%$ e fotofase de 12 horas). Após três dias foi contabilizado o número de larvas recém-eclodidas com auxílio de microscópio estereoscópico (40 x) com luz por transmissão.

Bioensaios de ação inseticida dos OEs

Foram avaliados os tratamentos com os seguintes OEs: (i) folhas de *L. gracilis*; (ii) folhas de *L. schaueriana*; (iii) folhas e (iv) raspas de caules de *C. sonderianus*; (v) folhas e (vi) raspas de caules de *C. conduplicatus*. A concentração de todos os OEs foi de 1.000 ppm solubilizados em água destilada com dimetilsulfóxido (DMSO) 1%. A testemunha foi composta por solução de DMSO 1% e água destilada.

O bioensaio visando avaliar a capacidade inseticida sobre a fase larval foi adaptada de Ferguson (2004). Para cada tratamento, folhas com larvas eclodidas de *L. sativae* com menos de 24 horas foram imersas por 5 segundos nas soluções. Após a imersão, as plantas permaneceram em temperatura ambiente até evaporação do excesso de umidade nas folhas. Posteriormente, as plantas foram mantidas em câmaras climatizadas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 20\%$ e fotofase de 12 horas).

Os parâmetros biológicos avaliados foram: (i) mortalidade larval, (ii) pupal e (iii) duração da fase de pupa. A avaliação das larvas foi realizada diariamente com auxílio de microscópio estereoscópico (40x) com luz por transmissão. As pupas coletadas no mesmo dia eram transferidas para placas de petri (6 cm \varnothing) e revestidas com filme plástico. Para esta etapa calculou-se a viabilidade e a duração pupal para cada tratamento e a testemunha.

Bioensaios de efeito dos OEs sobre a oviposição e alimentação

Teste com chance de escolha: Os OEs utilizados foram os mesmos do experimento anterior, porém com concentração de 500 ppm por meio da solubilização com DMSO 1% em água destilada. As soluções foram

transferidas para um pulverizador de compressão prévia, capacidade para dois litros. Meloeiros com aproximadamente 15 dias após a semeadura foram submetidos aos respectivos tratamentos por pulverização até o ponto de escorrimento. Além dos tratamentos com OEs, uma testemunha foi composta por água destilada e DMSO 1%. Após a evaporação do excesso de umidade, as plantas foram mantidas em gaiolas revestidas com tela anti-afídeos (40 cm x 39 cm de base e 50 cm de altura). Neste bioensaio, duas plantas foram acondicionadas por gaiola, sendo uma tratada com o OE e a outra com água destilada e DMSO 1% (testemunha). Como fonte de alimento para os adultos, foi fornecida uma solução de mel a 10%. Os tratamentos foram mantidos em sala climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $50 \pm 20\%$ e fotofase de 12 horas). No interior de cada gaiola foram liberadas cinco fêmeas de *L. sativae*, com quatro a seis dias de idade, as quais permaneceram em contato com as plantas por 24 horas. Após esse período, com auxílio de um microscópio estereoscópico (40x) com luz por transmissão foi quantificado o número de ovos e de puncturas de alimentação (COSTA-LIMA; SILVA; PARRA, 2015).

Teste sem chance de escolha: O método utilizado para a realização do teste sem chance de escolha foi similar ao relatado previamente. No entanto, em cada gaiola foi mantida apenas uma planta pulverizada com um único tratamento.

Delineamento e análises estatísticas

Para o bioensaio de capacidade inseticida dos OEs, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), e cada inseto foi considerado uma repetição, variando-se de 61 a 130 larvas e 59 a 117 pupas. Foram utilizados modelos lineares não generalizados com distribuição quasi-binomial para análise dos dados de mortalidade de larvas e pupas. Quando houve diferença significativa entre os tratamentos, múltiplas comparações (teste de Tukey, $p < 0,05$) foram realizadas por meio da função *glht* do pacote *multicomp*, com ajuste dos valores de p . Para a duração da fase de pupa, as médias e erros-padrões foram computados pelo estimador de Kaplan-Meier (KAPLAN; MEIER, 1958). Testes de log-rank comparativos com os diferentes tratamentos foram realizados e um nível de significância de 5% foi mantido, utilizando-se o procedimento de Bonferroni.

Para o bionsaio sobre a oviposição e alimentação, com chance de escolha, o delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), sendo que, cada gaiola contendo duas plantas de meloeiro (OEs vs. testemunha) foi considerada uma repetição, totalizando dez repetições. Cada OE representou uma análise separada contrastando com a respectiva testemunha. Para isso, utilizou-se o teste F Snedecor, a 5% de significância. Para os testes sem chance de escolha, o delineamento foi em DIC, em que cada gaiola com uma planta foi considerada uma repetição, totalizando seis repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software estatístico “R”, versão 3.3.1 (R FUNDATION, 2016) e as apresentações gráficas com o auxílio do software SigmaPlot, versão 5.6 (SYSTAT SOFTWARE INC., CHICAGO, IL, USA)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ação inseticida dos OEs

Os OEs de folhas de *L. gracilis* e *L. schaueriana* apresentaram efeito inseticida sobre a fase larval de *L. sativae*, enquanto os tratamentos compostos pelas espécies de *Croton*, não diferenciaram da testemunha. As pupas originadas de larvas expostas ao OE de *L. gracillis* também tiveram menor viabilidade. Considerando a mortalidade total de *L. sativae* (larva e pupa), *L. gracillis* e *L. schaueriana*, atingiram média de 47,72 e 45,71%, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Mortalidade [média (%) ± EP] de larva, pupa e total (larva + pupa) de *Liriomyza sativae*, após imersão de folhas de meloeiro com larvas recém eclodidas de moscas-minadoras em soluções de óleos essenciais (1.000 ppm) e testemunha (DMSO 1%)¹

Tratamento ²	Mortalidade (%)		
	Fase de larva	Fase de pupa	Total
<i>Lippia gracilis</i> (f)	27,27 ± 2,90 a	28,12 ± 5,66 a	47,72 ± 5,35 a
<i>Lippia schaueriana</i> (f)	30,00 ± 3,58 a	22,45 ± 6,02 ab	45,71 ± 5,99 a
<i>Croton conduplicatus</i> (c)	15,60 ± 1,31 ab	21,00 ± 3,75 ab	33,33 ± 3,98 ab
<i>Croton sonderianus</i> (f)	14,67 ± 4,11 ab	21,87 ± 5,20 ab	34,66 ± 5,53 b
<i>Croton sonderianus</i> (c)	12,21 ± 1,06 ab	8,69 ± 2,64 b	19,84 ± 3,49 b
<i>Croton conduplicatus</i> (f)	3,28 ± 2,29 b	16,95 ± 4,27 ab	19,67 ± 5,13 b
Testemunha	10,20 ± 0,51 b	11,65 ± 1,71 b	20,66 ± 2,06 b

¹Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

²OE de folhas (f) e caules (c).

Este foi o primeiro relato de ação inseticida de OEs de plantas do gênero *Lippia* sobre insetos minadores. Há uma maior quantidade de estudos relacionados a atividade do OE de *L. gracillis* sobre artrópodes. Dentre estes, registros de causar aumento de mortalidade em: lagarta (MELO et al., 2018), mosquito (SILVA et al., 2008); cupim (LIMA et al., 2013a) pragas de grãos armazenados (COITINHO et al., 2006; PEREIRA et al., 2008) e carrapato (CRUZ et al., 2013). Com relação a *L. schaueriana*, este foi o primeiro registro de atividade inseticida para a espécie. Outras espécies de *Lippia* também possuem resultados de atividade sobre artrópodes, como: *Lippia multiflora* (Moldenke) (ILBOUDO et al., 2010), *Lippia rugosa* (A. Chev.) (TATSADJIEU et al., 2010), *Lippia sidoides* (Cham.) (GOMES et al., 2012; LIMA et al., 2013a, 2013b), *Lippia alba* (Mill.) (PEIXOTO et al., 2015), *Lippia pedunculosa* (Hayek) (NASCIMENTO et al., 2016), *Lippia triplinervis* (Gardner) (LAGE et al., 2013) e *Lippia organoides* (Kunth) (CASTILLO; STASHENKO; DUQUE, 2017).

Os compostos principais presentes no OE de *L. gracillis* foram carvacrol (78,6%) e timol (6,3%) (SOUZA et al., 2017). A ação inseticida observada sobre *L. sativae* provavelmente está associada a elevada concentração do carvacrol. Este monoterpeno possui vários relatos de toxidez sobre insetos de importância agrícola e de interesse médico-veterinário (AHN et al., 1998; PANELLA et al., 2005; CAVALCANTI et al., 2010; AYVAZ et al., 2010; VUČINIĆ et al., 2011; LAGE et al., 2013; CRUZ et al., 2013; PARK et al., 2017). Tong e Coats (2010) estudaram o modo de ação do carvacrol sobre a mosca-doméstica (*Musca domestica* L.) e a barata-americana [*Periplaneta americana* (L.)]. Os autores verificaram que o composto age como modulador alostérico positivo no receptor ácido gama-aminobutírico (GABA), o principal neurotransmissor inibitório no sistema nervoso central e periférico dos insetos, proporcionando um maior aumento na captação de cloreto mediado por GABA, e consequente, inibição no sistema nervoso e morte do inseto.

Para *L. schaueriana*, a análise cromatográfica identificou como compostos principais o óxido de piperitona (73,5%) e limoneno (8,0%). Para ambos compostos há relatos na literatura de sua ação tóxica sobre insetos (KIM; LEE, 2014; KASRATI et al., 2015). O OE de *Mentha microphylla* K.Koch (Lamiaceae) contendo altas concentrações de óxido de piperitona provocou mortalidade em adultos de *S. oryzae* e *T. castaneum*. (MOHAMED; ABDELGALEIL, 2008). Também em estudos com mosquitos de importância médica, verificou-se que o

OE de outras espécies botânicas, como a *Plectranthus mollis* (Aiton) Spreng. (Lamiaceae), que possuem o óxido de piperitona como composto majoritário, tiveram atividade larvicida (KULKARNI et al., 2013). Semelhante ao nosso estudo, a atividade larvicida já foi constatada em outras plantas do gênero *Lippia*, a exemplo da *Lippia pedunculosa* Hayek (Verbenaceae) sobre os estágios larvais de *Aedes aegypti* (NASCIMENTO et al; 2016).

Com relação aos OEs das espécies de *Croton*, não foi observado efeito na mortalidade de larvas de *L. sativae*. Porém, as pupas formadas após exposição das larvas aos OEs de *C. conduplicatus* (folhas e caules) e *C. sonderianus* (caules), apresentaram duração prolongada em relação a testemunha (Tabela 2).

Tabela 2. Duração média (D) (\pm EP) em dias da fase pupal de *Liriomyza sativae* após imersão de folhas de melão em soluções de óleos essenciais (500 ppm) e testemunha (DMSO 1%) mantidas em câmaras climatizadas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 20\%$ UR 12h).

Tratamento ²	Fase de pupa (D)
<i>Croton conduplicatus</i> (c)	10,11 \pm 0,08 a
<i>Croton conduplicatus</i> (f)	9,69 \pm 0,08 b
<i>Croton sonderianus</i> (c)	9,61 \pm 0,05 b
<i>Lippia gracilis</i> (f)	9,39 \pm 0,08 bc
<i>Croton sonderianus</i> (f)	9,20 \pm 0,11 c
<i>Lippia schaueriana</i> (f)	9,05 \pm 0,12 c
Testemunha	9,34 \pm 0,04 c

¹Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$). Dados submetidos à correção de Bonferroni.

²OE de folhas (f) e caules (c).

Muitos OEs e seus constituintes podem causar efeitos subletais, como alterações no período de desenvolvimento (SHAALAN et al., 2005; PARK et al., 2016). Como exemplo, os OEs de *Citrus limonum* (L.) e *Litsea cubeba* (Lour.), que provocaram alongamento do período de ovo e larva e encurtamento da fase de pupa, para *Tenebrio molitor* L. (WANG et al., 2015). Neste trabalho, verificou-se que o β -pineno foi um dos compostos principais encontrados no OE de *C. limonum*. Para o OE do caule de *C. conduplicatus*, que apresentou maior alongamento da fase de pupa de *L. sativae*, o β -pineno também foi um dos compostos majoritários, a uma concentração de 25,84% (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2017). Qin et al (2010) avaliaram a ação do OE de *Piper sarmentosum* sobre o besouro *Brontispa longissima* (Gestro), e constataram

que o OE, dentre outros efeitos, também provocou aumento da duração de vários ínstares larvais.

Em nossas avaliações também foi possível verificar efeitos translaminares dos OEs associados aos estágios iniciais da praga, como pupas escurecidas e secas. Com relação a emergência dos adultos, provavelmente os OEs tenham causado alterações fisiológicas, as quais intervíram no processo de troca de tegumento do inseto, sendo observado um maior número de adultos secos e com anomalias no interior das pupas. Nesse sentido, os efeitos subletais dos produtos botânicos tem sido apontado como uma forma eficaz de reduzir infestações de pragas em diversas culturas agrícolas devido as alterações na fisiologia, biologia e comportamento do inseto. Tratando-se de um manejo de pragas, o desenvolvimento mais longo favorece o período de exposição em campo, cujo controle pode ser realizado pela ação de predadores e parasitoides.

Efeito dos OEs sobre a oviposição e alimentação

O teste de preferência com chance de escolha, permitiu avaliar a preferência de oviposição e alimentação de fêmeas de *L. sativae* expostas simultaneamente a planta tratada com OE e não tratada (testemunha). No tratamento com meloeiros pulverizados com OE de folhas de *C. conduplicatus*, contabilizou-se 2,7 vezes menos ovos em relação à testemunha (Figura 1A). Para os demais tratamentos, os OEs não influenciaram na oviposição de *L. sativae*. A preferência alimentar das fêmeas de *L. sativae* também não foi afetada pela pulverização dos OEs (Figura 1B).

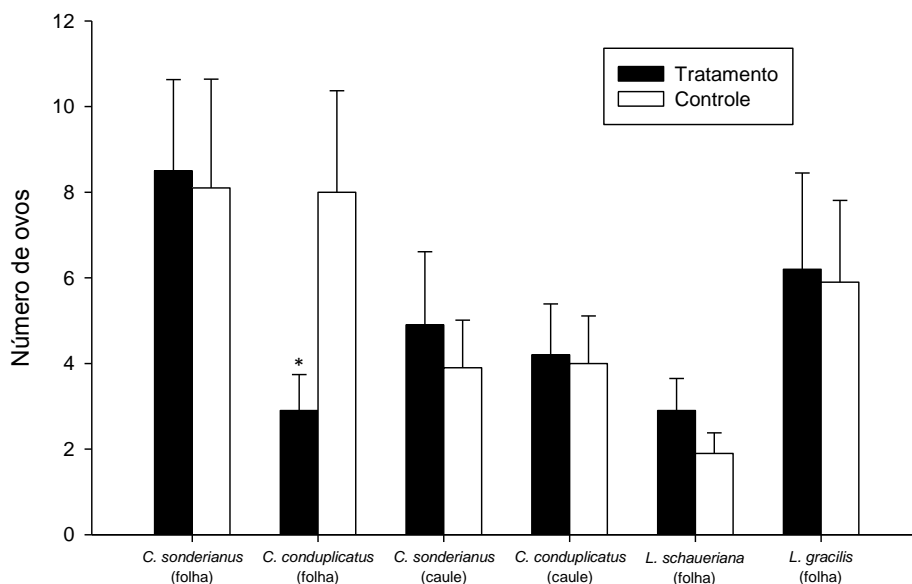


Figura 1A. Número médio (\pm EP) de ovos de *Liriomyza sativae* em plantas de meloeiro tratadas com óleos essenciais (500 ppm) e testemunha após 24h de exposição em testes com chance de escolha

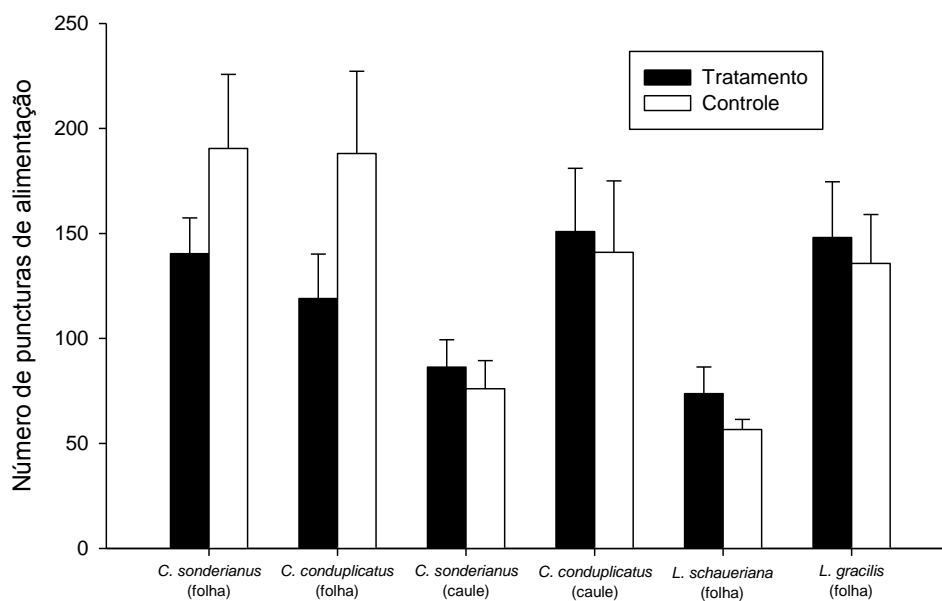


Figura 1B. Número médio (\pm EP) de puncturas de *Liriomyza sativae* em plantas de meloeiro tratadas com óleos essenciais (500 ppm) e testemunha após 24h de exposição em testes com chance de escolha

Quando as fêmeas de *L. sativae* foram confinadas com um único tratamento, sem chance de escolha, também destacou-se o OE de folhas de *C. conduplicatus*. Desta vez, a redução foi mais evidente, com uma média de ovos 20 vezes menor que a testemunha. Assim como, o OE do caule de *C.*

sonderianus também provocou redução de postura, de 5,8 vezes. Quanto às puncturas de alimentação, quatro tratamentos com OEs apresentaram menor média que a testemunha: *C. conduplicatus* (folha), *C. sonderianus* (caule e folha) e *L. gracillis* (folha) (Tabela 3).

Tabela 3. Número de ovos e puncturas de alimentação de fêmeas de *Liriomyza sativae* após a pulverização em folhas de meloeiro com soluções de óleos essenciais (500 ppm) e testemunha (DMSO 1%).

Tratamento ²	Número de ovos (média ±EP)	Número de puncturas de alimentação (média ±EP)
<i>C. conduplicatus</i> (f)	0,17 ± 0,17 a	85,67 ± 17,52 a
<i>C. sonderianus</i> (c)	5,83 ± 2,15 b	115,00 ± 26,69 ab
<i>C. sonderianus</i> (f)	13,5 ± 2,29 bc	213,67 ± 50,20 ab
<i>L. gracillis</i> (f)	16,33 ± 3,07 c	220,50 ± 24,79 b
<i>C. conduplicatus</i> (c)	19,67 ± 4,01 c	325,33 ± 37,18 bc
<i>L. schaueriana</i> (f)	24,17 ± 1,54 c	328,33 ± 41,05 bc
Testemunha	34,33 ± 8,27 c	413,33 ± 60,22 c

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

²OE de folhas (f) e caules (c).

Este é o primeiro resultado do OE desta espécie associado a efeitos sobre a classe insecta. A ação repelente a insetos de OEs de outras espécies do gênero *Croton* tem sido relatadas. Como exemplo, o OE de *Croton roxburghii* Balakr., provocou repelência sobre mosquitos do gênero *Armigeres*, *Culex* e *Aedes* (VONGSOMBATH et al., 2012). Assim como, foi verificada a repelência do OE de *Croton malambo* (Karst) sobre a praga de grão armazenado, *Tribolium castaneum* Herbst. (JARAMILLO-COLORADO et al., 2014).

Os compostos majoritários presentes no OE de folhas de *C. conduplicatus* foram 1-8-cineole (eucaliptol) (15,88%), p-cimeno (11,38%) e espatulenol (11,23%) (ALMEIDA et al., 2014). O eucaliptol possui registros de repelência sobre insetos desde a década de 1980, observado para a barata-americana, *P. americana* (SCRIVEN; MELON, 1984), e para alimentação e oviposição de *A. aegypti* (KLOCKE, DARLINGTON; BALANDRIN, 1987). O mesmo composto provocou deterrência de alimentação para o besouro *Tribolium castaneum* (Herbst) (TRIPATHI et al., 2001) e reduziu a oviposição do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* (Koch) (ROH et al., 2013). Dessa forma, é provável que o 1,8-cineole (eucaliptol) também seja responsável pelos estímulos provocados em *L. sativae*, possivelmente por meio das sensilas olfativas do inseto.

Em estudo com o mosquito, *Culex quinquefasciatus* Say, identificou-se uma sensila antenal curta do tipo tricoide, que abriga neurônios sensoriais olfativos com alta sensibilidade a repelentes de mosquitos (SYED; LEAL, 2008). Dentre estes, os terpenoides eucaliptol, linalol e β -tujona, assim como o DEET (N,N-Diethyl-3-methylbenzamide), um dos repelentes comerciais mais comuns para mosquitos. Liu et al (2013) descreveram o sensilo tricoide como sendo do subtipo SBT-II, o qual continha dois neurônios. Sendo que, um destes demonstrou ser dose dependente, com alta sensibilidade ao eucaliptol. Outros pesquisadores reportam que a sensibilidade contém unidades que respondem ao eucaliptol. Estudos envolvendo respostas comportamentais e eletrofisiológicas em *L. sativae* com o uso de electroantennograma (EAG), Aisha, Lu e Zeng (2007) observaram que o OE de *Dolichandrone cauda-felina* (Hance) Benth. & Hook. (Bignoniaceae) provocou estímulos nas células sensoriais por meio da sensila olfativa do inseto, provocando alterações no comportamento e consequente repulsão, impedindo dessa forma, o processo de oviposição.

Os outros dois compostos principais do OE de folha de *C. conduplicatus*, p-cimeno e espatulenol, também possuem relatos como repelentes para mosquitos (CANTRELL et al., 2005; PARK et al., 2005). Provavelmente, todos estes compostos majoritários estejam envolvidos na redução drástica de oviposição observada no estudo para *L. sativae*.

Para o OE do caule de *C. sonderianus*, que também causou redução na oviposição de *L. sativae* no bioensaio sem chance de escolha, o composto principal identificado foi o α -pineno (42,14%). Este terpeno é conhecido como repelente a mosquitos (NERIO; VERBEL; STASHENKO, 2010) e a *M. domestica*, nesta última, verificou-se que o mesmo causou respostas eletrofisiológicas na antena da mosca (HASELTON et al., 2015). Estes resultados comprovam a capacidade desses terpenos em promoverem alterações no comportamento e na fisiologia dos insetos.

Por possuírem uma caracterização química quantitativa e qualitativa diversificada, os compostos presentes nos OEs podem agir de forma sinérgica, modulada ou sofrer efeito antagônico, o que resultará em diferentes respostas sobre os organismos (GNANKINÉ; BASSOLÉ, 2017). Estas interações podem explicar resultados obtidos para outros OEs com compostos relatados na literatura como inseticida ou repelente, porém que não se constatou efeito. Por

isso, torna-se importante estudos posteriores que avaliem os compostos sintéticos separados e em diferentes combinações, buscando comprovar a ação destes terpenos e como estes insetos-praga respondem a estes compostos.

REFERÊNCIAS

- AHN, Y.J.; et al. Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and b-thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* sawdust. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 24, p. 81-90, 1998.
- AISHA, H; LU, Y-Y; ZENG, L. Deterrent effect of essential oil extracted from *Dolichandrone cauda lina* on oviposition of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **Journal of South China Agricultural University**, China, v. 28 n. 1, p. 58-62, 2007
- ALMEIDA, J. et al. Chemical composition of essential oils from *Croton conduplicatus* (Euphorbiaceae) in two different seasons. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, London, v. 17, n. 6, p. 1137-1145, 2014.
- ALMEIDA, J. R. G da S. Chemical composition of essential oils from the stem barks of *Croton conduplicatus* (Euphorbiaceae) native to the Caatinga biome. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 9, n. 4, p. 98-101, 2015.
- ARAÚJO, E.L. et al. Biological aspects of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on melon (*Cucumis melo* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, p. 579-582, 2013.
- AYVAZ, A. et al. Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. **Journal of Insect Science**, Oxford, v. 10, n. 21, p. 1-13, 2010.
- CANTRELL, C. L. Isolation and identification of mosquito bite deterrent terpenoids from leaves of american (*Callicarpa americana*) and japanese (*Callicarpa japonica*) beautyberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, p. 5948-595, 2005.
- CASTILLO, R. M; STASHENKO, E; DUQUE, J. E. Insecticidal and repellent activity of several plant-derived essential oils against *Aedes aegypti*. **Journal of the American Mosquito Control Association**, Fresno, v. 33, n. 1, p. 25-35, 2017.
- CAVALCANTI, S.C. et al. Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). **Bioresource Technology**, New York, v. 101, n. 2, p. 829-32, 2010.
- COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus*

zeamais Mots (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 176-182, 2006.

COSTA-LIMA, T. C. **Bioecologia e competição de duas espécies de parasitoides neotropicais (Hymenoptera: Braconidae e Eulophidae) de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae)**. 2011. 126f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2011.

COSTA-LIMA, T.C da; SILVA, A. de C; PARRA, J.R.P. Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia. (**Documentos, 268**). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

COSTA-LIMA, T.C; GEREMIAS, L.D; PARRA, J.R.P. Reproductive activity and survivorship of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) at different temperatures and relative humidity levels. **Environmental Entomology**, College Park, v. 39, p. 195-201, 2010.

CRUZ, E. M. O. et al. Acaricidal activity of *Lippia gracilis* essential oil and its major constituents on the tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 195, p. 198-202, 2013.

FERGUSON, J. S. Development and stability of insecticide resistance in the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to cyromazine, abamectin and spinosad. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 97, n. 1, p. 112-119, 2004.

GNANKINÉ, O; BASSOLÉ, I. H. N. Essential oils as an alternative to pyrethroids' resistance against *Anopheles* species complex giles (Diptera: Culicidae), **Molecules**, Emeryville, v. 22, p. 2-23, 2017.

GOMES, G. A. et al. Chemical composition and acaricidal activity of essential oil from *Lippia sidoides* on larvae of *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae) and larvae and engorged females of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, Berlin, v. 111, p. 2423-2430, 2012.

HASELTON, A. T. et al. 2015. Repellency of α -pinene against the house fly, *Musca domestica*. **Phytochemistry**, New York, v. 117, p. 469-475, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2017. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>. Acesso em: 01 fev. 2018.

ILBOUDO, Z. et al. Biological activity and persistence of four essential oils towards the main pest of stored cowpeas, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, Elmsford, v. 46, p. 124–128, 2010.

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

JARAMILLO-COLORADO. et al. Volatile secondary metabolites from Colombian *Croton malambo* (Karst) by different extraction methods and repellent activity of its essential oil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, London, v. 17, n. 5, p. 992-1001, 2014.

JÚNIOR, R. G. O. et al. Antinociceptive effect of the essential oil from *Croton conduplicatus* Kunth (Euphorbiaceae). **Molecules**, Emeryville, v. 22, p. 900, 2017.

KASRATI, A. et al. Chemical characterization and insecticidal properties of essential oils from different wild populations of *Mentha suaveolens* subsp. timija (Briq.) harley from Morocco. **Chemistry & biodiversity**, Zurich, v. 12, 2015.

KIM, S-I.; LEE, D-W. Toxicity of basil and orange essential oils and their components against two coleopteran stored products insect pests. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Seoul, v. 17 p. 13–17, 2014.

KLOCKE J. A.; DARLINGTON M. V.; BALANDRIN M. F. 1,8-Cineole (Eucalyptol), a mosquito feeding and ovipositional repellent from volatile oil of *Hemizonia fitchii* (Asteraceae). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 13, n. 12, p. 2131-41, 1987.

KULKARNI, R. R. et al. *Lavandula gibsoni* and *Plectranthus mollis* essential oils: Chemical analysis and insect control activities against *Aedes aegypti*, *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus*. **Journal of Pest Science**, Tokyo, v. 86, p. 713–718, 2013.

LAGE, T. C. A. et al. Activity of essential oil of *Lippia triplinervis* Gardner (Verbenaceae) on *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, Berlin, v. 112, p. 863-869, 2013.

LIMA, G. P.G. et al. Further insecticidal activities of essential oils from *Lippia sidoides* and *Croton* species against *Aedes aegypti* L. **Parasitology Research**, Berlin, v. 112, n. 5, p. 1953-1958, 2013b.

LIMA, J. K. A. et al. Biototoxicity of some plant essential oils against the termite *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). **Industrial Crops and Products**, v. 47, p. 246-251, 2013a.

LIU, F. et al. Olfactory responses of the antennal trichoid sensilla to chemical repellents in the mosquito, *Culex quinquefasciatus*. **Journal of Insect Physiology**, v. 59, p. 1169–1177, 2013.

MELO B. A. et al. Repellency and bioactivity of Caatinga biome plant powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 98, n. 2, p. 417–423, 2015.

MELO, C. R. et al. Toxicity of essential oils of *Lippia gracilis* chemotypes and their major compounds on *Diaphania hyalinata* and non-target species. **Crop Protection**, Riverside, v. 104, p. 47-51, 2018.

MOHAMED, M.I.E; ABDELGALEIL, S.A.M. Chemical composition and insecticidal potential of essential oils from Egyptian plants against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 43, p. 599-607, 2008.

NASCIMENTO, A.M. et al. Repellency and larvicidal activity of essential oils from *Xylopiya laevigata*, *Xylopiya frutescens*, *Lippia pedunculosa*, and their individual compounds against *Aedes aegypti* Linnaeus. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 46, n. 2, p. 223-230, 2016.

NERIO. L. S.; OLIVERO-VERBEL, J; STASHENKOB, E. Repellent activity of essential oils: A review. **Bioresource Technology**, New York, v. 101, p. 372-378, 2010.

NTALLI, N.G.; MENKISSOGLU-SPIROUDI, U. Pesticides of botanical origin: a promising tool in plant protection. In: STOYTCHIEVA, M; editor. **Pesticides – formulations, effects, fate**. Rijeca: In Tech; p. 3-24, 2011.

PANELLA, N. A. et al. Use of novel compounds for pest control: insecticidal and acaricidal activity of essential oil components from heartwood of Alaska yellow cedar. **Journal of Medical Entomology**, Oxford, v. 42, n. 3, p. 352-358, 2005

PARK, B. S. et al. Monoterpenes from Thyme (*Thymus vulgaris*) as potential mosquito repellents. **Journal of the American Mosquito Control Association**, Fresno, v. 21, p. 80-83, 2005.

PARK, J. H. et al. Insecticidal toxicities of carvacrol and thymol derived from *Thymus vulgaris* Lin. against *Pochazia shantungensis* Chou & Lu., newly recorded pest. **Scientific Reports**, v. 7, p. 1-7, 2017.

PARK, Y. L; TAK, J. H. **Essential Oils for Arthropod Pest Management in Agricultural Production Systems**. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, pp. 61-70, 2016.

PARRELLA, M. P.; KEIL, C. B.; MORSE, J. G. Insecticide resistance in *Liriomyza trifolii*. **California Agriculture**, Alameda, v. 38, p. 22-23, 1984.

PEIXOTO, M. G. et al. Toxicity and repellency of essential oils of *Lippia alba* chemotypes and their major monoterpenes against stored grain insects. **Industrial Crops and Products**, v. 71, p. 31-36, 2015.

PEREIRA, A. C. R.L. et al. Insecticide activity of essential and fixed oils in *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (Coleoptera : Bruchidae) in cowpea grains [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 717-724, 2008.

QIN, W. Q. et al. Biological activity of the essential oil from the leaves of *Piper sarmentosum* Roxb. (Piperaceae) and its chemical constituents on *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Hispididae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Massachusetts, v. 96, p. 132–139, 2010.

- R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>.
- REGNAULT-ROGER, C; VINCENT, C; ARNASON, J. T. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 57, p. 405-424, 2012.
- ROH, H. S; LEE, B. H; PARK, C. G. Acaricidal and repellent effects of myrtacean essential oils and their major constituents against *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Seoul, v. 16, p. 245–249, 2013.
- SALVIANO, A. M. et al. A cultura do melão. In: COSTA, N. D. (Ed.). (**Coleção Plantar, 76**). 3ª ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa. 2017. 202p.
- SCRIVEN, R.; MELOAN, C. E. Determining the active component in 1, 3, 3-trimethyl-2-oxabicyclo {2, 2, 2} octane (cineole) that repels the *American Cockroach*, *periplaneta americana*. **Ohio Journal of Science**, Columbus, v. 84, n. 3, p. 85-88, 1984.
- SHAALAN, E.A.-S. et al. A review of botanical phytochemicals with mosquitocidal potential. **Environment International**, United Kingdom, v. 31, n. 8, p. 1149–1166, 2005.
- SILVA W.J. et al. Effects of essential oils on *Aedes aegypti* larvae: alternatives to environmentally safe insecticides. **Bioresource Technology**, New York, v. 99, n. 8, p. 3251-5, 2008.
- SIQUEIRA, F. F. da S. et al. Atividade acaricida de extratos aquosos de plantas da caatinga sobre ácaro verde da mandioca. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 109-116, 2014.
- SOUZA, A. V. V de. et al. Essential oil content and chemical composition of *Lippia gracilis* Schauer cultivated in the Sub-meddle São Francisco Valley. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, London, v. 20, n. 4, p. 983 – 994, 2017.
- SOUZA, A. V. V de. et al. Influence of season, drying temperature and extraction time on the yield and chemical composition of ‘marmeleiro’ (*Croton sonderianus*) essential oil. **Journal of Essential Oil Research**, London, v. 29, n. 1, p. 76- 84, 2016.
- SYED, Z.; LEAL, W. S. Mosquitoes smell and avoid the insect repellent DEET. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, USA, v. 105, n. 36, p. 13598-13603, 2008.
- TATSADJIEU, N.L. et al. Comparative study of the simultaneous action of three essential oils on *Aspergillus flavus* and *Sitophilus zeamais* Motsch. **Food Control**, Vurrey, v. 21, p. 186–190, 2010.

TONG, F; COATS, J. R Effects of monoterpenoid insecticides on [3 H]-TBOB binding in house fly GABA receptor and ^{36}Cl uptake in American cockroach ventral nerve cord. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Massachusetts, v. 98, n. 3, p. 317–324, 2010.

TRIPATHI, A.K. et al. Toxicity, feeding deterrence, and effect of activity of 1,8-cineole from *Artemisia annua* on progeny production of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Economic Entomology**, Lonham, v. 94, n. 4, p. 979-83, 2001.

VONGSOMBATH, C. et al. Mosquito (Diptera: Culicidae) repellency field tests of essential oils from plants traditionally used in Laos. **Journal of Medical Entomology**, Oxford, v. 49, n. 6, p. 1398–1404, 2012.

VUČINIĆ, M. et al. Carvacrol importance in veterinary and human medicine as ecologic insecticide and acaricide. **Veterinarski Glasnik**, Serbia, v. 65, p. 433-441, 2011.

WALLING, L. L. The myriad plant responses to herbivores. **Journal of Plant Growth Regulation**, Netherlands, v. 19, n. 2, p. 195–216, 2000.

WANG, X. et al. The Effect of chemical composition and bioactivity of several essential oils on *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Insect Science**, Oxford, v. 15, n. 1, p. 116, 2015.

WEI, Q. B. et al. Abamectin resistance in strains of vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) is linked to elevated glutathione S-transferase activity. **Insect Science**, Hoboken, v. 22, p. 243-250, 2015.

5. ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DOS GÊNEROS *Croton* E *Lippia* SOBRE *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B²

RESUMO

O uso indiscriminado de inseticidas sintéticos para o controle da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B tem acarretado inúmeros problemas. Devido às questões ambientais e ineficiência de controle, métodos alternativos, como o uso de inseticidas botânicos, vêm sendo amplamente investigados como novas estratégias de controle. Este estudo objetivou-se avaliar o efeito dos óleos essenciais (OEs) sobre os estágios de ovo, ninfa e na oviposição de *B. tabaci* biótipo B em meloeiro. Foram utilizados OEs das seguintes espécies: *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Croton conduplicatus* Kunth., *Lippia gracilis* Schauer e *Lippia schaueriana* Mart. Os tratamentos consistiram em soluções de dose única (500 ppm) dos OEs. Para avaliar o efeito residual, meloeiros foram infestados em gaiolas de criação de *B. tabaci* e posteriormente, submetidos à imersão com as respectivas soluções dos OEs. Para este experimento, registrou-se a mortalidade sobre ovos de *B. tabaci*, avaliando-se também a possível mortalidade de ninfas provenientes dos ovos tratados. No segundo experimento, avaliou-se a mortalidade de ninfas recém-fixadas também por meio da imersão das folhas. Para os testes de oviposição, com e sem chance de escolha, os meloeiros foram pulverizados e após a secagem, inseridos em gaiolas por um período de 24 horas, sendo quantificado posteriormente, o número de ovos. De acordo com os resultados, não houve efeito dos OEs quando aplicados sobre os ovos e sobre as ninfas que eclodiram nestes tratamentos. Quando aplicados diretamente sobre as ninfas recém-fixadas, o OE de folha de *C. conduplicatus* provocou mortalidade (31,0%). Para os testes sem chance de escolha, todos os OEs reduziram de 53,1 a 63,7% o número de ovos quando comparados à testemunha. Quando houve chance de escolha, os OEs de *L. gracilis* e folhas de *C. sonderianus* apresentam maiores reduções na postura. Desta forma, quanto à atividade inseticida contra a mosca-branca, o OE de folha de *C. conduplicatus* apresentou efeito sobre ninfas. Contudo, destacam-se principalmente os OEs de folhas de *L. gracilis* e *C. conduplicatus* na redução da oviposição de *B. tabaci*, os quais possuem potencial para serem desenvolvidos produtos visando à defesa de plantas de meloeiro contra a mosca-branca.

Palavras-chave: Meloeiro. Inseticidas botânicos. Mosca-branca. Pragas.

²OLIVEIRA, A.C.; COSTA-LIMA, T.C.; SOUZA, A.V.V; GERVÁSIO, R.C.R.G.; ATIVIDADE INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DOS GÊNEROS *Croton* E *Lippia* SOBRE *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B. A ser submetido

5. INSECTICIDE ACTIVITY OF PLANTS ESSENTIAL OILS OF THE GENUS *Croton* AND *Lippia* OVER *Bemisia tabaci* BIOTYPE B

ABSTRACT

The indiscriminate use of synthetic insecticides for the control of the whitefly *Bemisia tabaci* biotype B has caused many problems. Due to environmental issues and control inefficiency, alternative methods, such as the use of botanical insecticides, have been widely investigated as new control strategies. This study aimed to evaluate the effect of essential oils (EOs) on egg and nymph stages and on the oviposition of *B. tabaci* biotype B in melon plants. EOs of the following species were used: *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Croton conduplicatus* Kunth., *Lippia gracilis* Schauer and *Lippia schaueriana* Mart. The treatments consisted of EO single dose solutions (500 ppm). In order to evaluate the residual effect, melons were infested in *B. tabaci* rearing cages and subsequently submitted to immersion with the respective solutions of the EO. For this experiment, the mortality on *B. tabaci* eggs was recorded, also evaluating the possible mortality over nymphs from treated eggs. In the second experiment, the mortality of newly-fixed nymphs was also assessed by leaves immersion. For the oviposition tests, choice and no-choice, the plants were sprayed and after drying, allocated in cages for 24 hours, and the number of eggs counted after. According to the results, there was no effect of the EOs when applied on the eggs and on the latter eclosed nymphs in these treatments. When applied directly on the newly-fixed nymphs, the leaf EO of *C. conduplicatus* caused mortality (31.0%). For the tests with no-choice, all EOs reduced from 53.1 to 63.7% the number of eggs when compared to the control treatment. When there was choice, the *L. gracilis* and *C. sonderianus* leaves EOs showed higher reductions in oviposition. Therefore, considering the insecticidal activity over the whitefly, leaves EOs of *C. conduplicatus* showed an effect over nymphs. However, the highlighted result was the reduction of the *B. tabaci* oviposition with the leaves EOs of *L. gracilis* and *C. conduplicatus*, which has the potential to develop products for the defense of melon plants against this pest.

Key-words: Melon. Botanical insecticides. Whitefly. Pests.

INTRODUÇÃO

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* biótipo B é considerada praga primária para inúmeras culturas de importância econômica, dentre as quais se destacam hortaliças, fruteiras e ornamentais (MARTIN; MOUND, 2007; DE BARRO et al., 2011). A sua importância se deve, principalmente, aos danos diretos causados pela sucção contínua de seiva e ação toxicogênica, além dos danos indiretos, relacionados à transmissão de vírus, o que resulta em alterações no desenvolvimento vegetativo e em alguns casos, a morte da planta (VILLAS BÔAS et al., 1997; JONES, 2003; NAGATA et al., 2005; LIMA; OLIVEIRA; AMARO, 2017).

No meloeiro, esse inseto é responsável pela transmissão do vírus "amarelão-do-meloeiro" (*Melon yellowing-associated virus* - MYaV) (COSTA-LIMA et al., 2016), que provoca, entre outros sintomas, o clareamento de nervuras e manchas cloróticas (ÁVILA et al., 2008). Outro dano indireto importante está relacionado à excreção de substância açucarada, denominada *honeydew* (WAGAN et al., 2016). Esta serve de substrato para o desenvolvimento de fungos do gênero *Capnodium*, os quais apresentam um micélio escuro que se deposita na superfície da folha, bloqueando a absorção de luz e reduzindo a área fotossintética da planta. Esse dano é conhecido como fumagina e também pode depreciar esteticamente o fruto (LACERDA; CARVALHO, 2008; VILLAS BÔAS; BRANCO, 2009).

O impacto provocado por *B. tabaci* têm aumentado consideravelmente, devido à sua fácil adaptação a novas plantas hospedeiras e a diferentes regiões geográficas, como áreas tropicais, subtropicais e temperadas (BROWN; FROHLICH; ROSSELL, 1995; OLIVEIRA et al., 2001). Adicionalmente, os surtos populacionais se devem a sua alta capacidade de sobrevivência em diferentes condições climáticas (VILLAS BÔAS et al., 1997) e pela facilidade de seleção de populações resistentes a inseticidas, disseminando-se assim, para outras áreas agrícolas (HOROWITZ; ISHAAYAC, 2014). Essa praga já foi registrada em mais de 1.000 espécies de plantas hospedeiras (ABD-RABOU; SIMMONS, 2010). Entre os biótipos de *B. tabaci*, o mais agressivo é o "B", devido à formação de desordens ou anomalias fisiológicas provocadas nas plantas infectadas, além disso, é o que apresenta maiores taxas de oviposição, quando comparados com outros biótipos

(BETHKE; PAINE; NUESLY, 1991; BROWN; FROHLICH; ROSSELL, 1995; PERRING, 2001).

A mosca-branca é controlada, principalmente, com o uso de inseticidas sintéticos. Porém, o uso indiscriminado tem intensificado diversos problemas, como a contaminação ambiental e a redução dos principais agentes de controle biológico, como os parasitoides e predadores (GHIMIRE; WOODWARD, 2013; MACARY et al., 2014). Na busca de métodos alternativos ao controle químico, o estudo de óleos essenciais (OEs) com propriedades inseticidas tem sido frequente (REGNAULT-ROGER; VICENT; ARNASON, 2012). Estes podem ser extraídos e obtidos em toda a planta, e/ou em estruturas vegetativas distintas, potencializando assim, uma possível ação sobre os artrópodes-praga (SHAALAN et al., 2005). Os OEs fornecem ampla complexidade de moléculas, que podem agir de forma sinérgica, possibilitando uma maior interação sobre os sítios específicos nos insetos, e podendo desta forma, inviabilizar uma possível evolução de resistência genética (NTALLI; MENKISSOGLU-SPIROUDI, 2011).

Os compostos ativos presentes nos OEs são capazes de provocar diversos efeitos fisiológicos nos artrópodes. Dentre esses, podemos destacar repelência; inibição de alimentação e oviposição; alterações no comportamento sexual e esterilização dos adultos (AKHTAR; ISMAN, 2004; NERIO; OLIVERO-VERBEL; STASHENKO, 2010; PARK et al., 2016). Esses produtos também se destacam por serem biodegradáveis, em geral de baixa ou nenhuma toxicidade aos mamíferos e seletivos aos inimigos naturais (REGNAULT-ROGER; VICENT; ARNASON, 2012; PARK et al., 2016). Nos últimos anos, pesquisas envolvendo a ação dos OEs sobre os diversos artrópodes-praga têm aumentado, inclusive sobre *B. tabaci* (TIA et al., 2011; BALDIN et al., 2013; WAGAN et al., 2016; COSTA et al., 2017; HOUSSEIN et al., 2017). No entanto, na literatura, ainda são raros estudos envolvendo OEs do gênero *Lippia* e *Croton* sobre a espécie *B. tabaci*.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência dos óleos essenciais das espécies botânicas: *Croton sonderianus* Muell. Arg., *Croton conduplicatus* Kunth., *Lippia gracilis* Schauer e *Lippia schaueriana* Mart. sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em meloeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção de espécies botânicas e extrações dos OEs

As folhas de *L. gracilis* e *L. schaueriana* e as folhas e raspas de caule de *C. sonderianus* e *C. conduplicatus* foram coletados nas respectivas coordenadas: 09°23'35"S e 40°30'27"O; 09°09'S e 40°22'O; 09°07'17"S e 40°31'9"O; 09°03'54"S e 40°19'12"O, em Petrolina (PE). Os materiais vegetais de *Lippia* spp. foram obtidos em dezembro de 2011 e de *Croton* spp., entre julho e setembro de 2012.

Em laboratório, as estruturas vegetativas foram submetidas à secagem em temperatura ambiente, e em seguida, pesadas até a obtenção de 100 gramas. As estruturas secas foram inseridas em balão volumétrico contendo água destilada em volume suficiente para completa imersão das mesmas. Esse material foi submetido a hidrodestilação, por meio do aparelho de Clevenger, acoplado a um condensador com coletor volumetricamente graduado e aquecidos por mantas térmicas elétricas a uma temperatura de $100 \pm 5^\circ\text{C}$. Para eliminação da água residual contida nos óleos, adicionou-se o sulfato de sódio anidro e com o uso de pipeta do tipo Pasteur, os óleos foram coletados e armazenados em frascos de vidro de cor âmbar em freezer a uma temperatura de 4°C . O processo de extração foi conduzido durante três horas. Após esse período, foi quantificado o volume de água contido nas amostras. Para o cálculo da umidade, foi considerado o teor de água contido em 100 gramas da amostra utilizada.

Identificação dos principais compostos

O processo de caracterização dos compostos presentes nos OEs de *C. sonderianus*, *C. conduplicatus* e *L. gracilis*, foi realizado por meio de amostras das estruturas vegetativas, coletadas e extraídas pelos respectivos autores Souza et al. (2016); Almeida et al. (2014, 2015) e Souza et al. (2017). Entretanto, para as folhas de *L. schaueriana* e raspas de caule de *C. sonderianus* foram identificados os compostos principais presentes nos OEs, cuja etapa foi realizada pelo Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE.

As análises para identificação dos compostos químicos dos OEs foram realizadas por cromatografia de fase gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-MS) em cromatógrafo Shimadzu GC-2010 Plus; GCMS-QP2010 Ultra, equipado com um amostrador automático modelo AOC-20i (SOUZA et al., 2016; ALMEIDA et al., 2014; 2015; SOUZA et al., 2017). E por cromatografia de fase gasosa acoplada a um detector de ionização em chama (CG-DIC) em cromatógrafo Varian® CP-3380, equipado com DIC. A identificação dos constituintes químicos dos OEs foi efetuada com base na comparação dos índices de retenção da literatura. Para o índice de retenção (IR) foi utilizando a equação de Van den Dool e Kratz (1963) em relação a uma série homóloga de n-alcenos (nC_9 - nC_{18}). Foram utilizadas três bibliotecas do equipamento WILEY8, NIST107 e NIST21 que permite a comparação dos dados dos espectros com aqueles constantes das bibliotecas utilizando um índice de similaridade de 80%.

Criação e manutenção de *B. tabaci* e plantas hospedeiras

As populações de *B. tabaci* biótipo B foram oriundas de coletas realizadas em área de meloeiro no perímetro irrigado do Salitre, município de Juazeiro (BA). Posteriormente, uma criação de *B. tabaci* foi estabelecida em casa de vegetação, utilizando-se plantas de couve-manteiga [*Brassica oleracea*] cv. Legítima Pé Alto] como hospedeiras, as quais foram mantidas em gaiolas com laterais de tela anti-afídeos (200 x 120 x 80 cm). Os plantios foram realizados mensalmente em bandejas de isopor de 200 células contendo o substrato Plantmax® e, após o surgimento de cinco folhas verdadeiras, as mudas foram transplantadas para vasos de polietileno contendo areia e adubo orgânico (1:1).

Para uso nos experimentos, plantas de melão do tipo Amarelo (variedade Gladial), foram semeadas semanalmente em bandejas de isopor de 200 células contendo o substrato de plantio comercial Plantmax®. Com aproximadamente dez dias, as mudas foram transplantadas para copos de plástico de 500ml contendo areia e adubo orgânico (1:1). As plantas foram utilizadas nos bioensaios com quinze dias após o semeio.

Bioensaios de toxicidade dos OEs sobre *B. tabaci*

Os OEs avaliados foram os seguintes: (i) folhas de *L. gracilis*; (ii) folhas de *L. schaueriana*; (iii) folhas e (iv) caules de *C. sonderianus*; (v) folhas e (vi) caules de *C. conduplicatus*. A toxicidade dos OEs foi avaliada por meio do contato residual sobre ovos e ninfas recém-fixadas. O método empregado foi adaptado do teste número 16 disponibilizado pelo *Insecticide Resistance Action Committee* com a imersão das folhas de meloeiro por vinte segundos em cada tratamento (IRAC, 2018).

Para a obtenção dos ovos, meloeiros não tratados foram colocados nas gaiolas de criação com adultos da mosca-branca por duas horas. Em laboratório, com auxílio de um microscópio estereoscópio (40x), os ovos foram contabilizados. Posteriormente, os folíolos foram imersos com as respectivas soluções de OEs e a testemunha.

Para a obtenção das ninfas, adotou-se a mesma metodologia citada acima, entretanto, após duas horas de infestação, os meloeiros foram transferidos para câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 20\%$ e fotofase de 12 horas). A partir do quinto dia, as plantas foram avaliadas diariamente, para verificar a fixação das ninfas. Foram utilizadas plantas com ninfas recém fixadas, com no máximo 24h. Em seguida, as folhas com ninfas foram imersas de forma semelhante a realizado no bioensaio para a fase de ovo.

Os referidos OEs foram testados em uma única concentração (500 ppm), solubilizados com dimetilsulfóxido (DMSO) 1% e água destilada. Uma solução controle foi mantida contendo apenas água destilada e DMSO 1%. Após a imersão com os tratamentos, as plantas permaneceram em temperatura ambiente até evaporação do excesso de umidade, sendo em seguida, mantidas em câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 20\%$ e fotofase de 12 horas). A avaliação foi realizada diariamente com auxílio de microscópio estereoscópio (40x). Os parâmetros avaliados foram: (i) mortalidade sobre a fase de ovo (ii) mortalidade de ninfas oriundas de ovos tratados e (iii) mortalidade sobre a fase de ninfa recém-fixada.

Efeito dos OEs no comportamento dos insetos adultos

Teste com chance de escolha: Os bioensaios de preferência para oviposição foram conduzidos com e sem chance de escolha. Os testes foram realizados utilizando-se concentração única de 500 ppm, por meio da solubilização dos óleos essenciais em DMSO 1% e diluição em água destilada. Os tratamentos foram transferidos para um pulverizador de compressão prévia com capacidade para dois litros. Meloeiros com aproximadamente quinze dias da semeadura foram submetidos aos respectivos tratamentos por pulverização até o ponto de escorrimento. A testemunha foi composta por água destilada e DMSO 1%. Após a evaporação do excesso de umidade, as plantas foram introduzidas em gaiolas revestidas com tela anti-afídeos (40 x 39 cm de base e 50 cm de altura).

Neste bioensaio, duas plantas foram acondicionadas por gaiola, sendo uma tratada com óleo e a outra com água destilada e DMSO 1% (testemunha). Os tratamentos foram mantidos em sala climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $50 \pm 20\%$ e fotofase de 12 horas). No interior de cada gaiola foram liberados vinte casais de *B. tabaci* de um a cinco dias de idade, os quais permaneceram em contato com os respectivos OEs por um período de 24 horas. Em seguida, com auxílio de um microscópio estereoscópico foi quantificado o número total de ovos em cada planta.

Teste sem chance de escolha: O método utilizado foi similar ao bioensaio com chance de escolha. No entanto, em cada gaiola, foi mantida apenas uma planta pulverizada, sendo cada tratamento comparado com a testemunha

Delineamento e análises estatísticas

Para os bioensaios visando à ação inseticida dos OEs, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), sendo que cada ovo/ninfa foi considerada uma repetição, totalizando 100 por tratamento. Foram utilizados modelos lineares não generalizados com distribuição quasi-binomial. Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando houve diferença significativa entre os tratamentos, múltiplas comparações (teste de Tukey, $p < 0,05$) foram realizadas por meio da função *glht* do pacote *multcomp*, com ajuste dos valores de p .

Para os testes de oviposição, com chance de escolha, o delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com dez repetições, sendo cada gaiola considerada uma repetição. Os testes sem chance de escolha foi conduzido em DIC, com seis repetições. Em ambos os experimentos, foi realizada análise de variância, sendo que, no experimento com chance de escolha os dados foram comparados por meio do teste F Snedecor a 5% de significância, por se tratar de comparações entre dois tratamentos. No experimento sem chance de escolha, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software estatístico "R", versão 3.3.1 (R FOUNDATION, 2016). Os gráficos foram estabelecidos pelo Programa Gráfico SigmaPlot, versão 5.6 (SYSTAT SOFTWARE INC., CHICAGO, IL, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ação inseticida dos óleos essenciais

Com relação aos parâmetros avaliados, verificou-se que não houve efeito dos OEs sobre a mortalidade quando aplicados na fase de ovo e sobre ninfas oriundas desses ovos tratados (Tabela 1), o qual permitiu que a maioria dos indivíduos avaliados atingissem a fase adulta. Embora a fase de ovo esteja frequentemente associada à mais vulnerável, em *B. tabaci* é relatada como um dos alvos mais complexos em relação a efetividade dos inseticidas, inclusive dos sintéticos (MESQUITA et al., 2007; ZHANG et al., 2010; SOHRABI et al., 2011). Devido essa complexidade, estudos envolvendo a ação ovicida de OEs e os seus compostos bioativos em *B. tabaci* ainda são bastante escassos. A fase de ovo é a mais difícil de ser afetada por estar protegida pelo córion, cuja estrutura permite, em alguns casos, bloquear a penetração dos inseticidas, incluindo os botânicos, permitindo com que haja o desenvolvimento embrionário normal (PRABHAKER; TOSCANO; COUDRIET, 1989).

Em estudos com extratos e OEs de plantas sobre mosca-branca registram a fase de ovo como a menos suscetível comparada aos demais estágios (FAHIM; SAFARALIZADEH; SAFAVI, 2012; BEZERRA-SILVA et al., 2012; ANU; MENDHULKAR, 2015). Outra hipótese à baixa atividade ovicida, é devido a presença de camadas da membrana vitelínica, que confere também proteção

às substâncias químicas (SMITH; SALKELD, 1966), no caso dos OEs, permitindo rápida volatilização antes de atingir o sítio-alvo.

Tabela 1. Mortalidade [média (%) \pm EP] de ovo e ninfa de *B. tabaci* biótipo B, após imersão de folhas de meloeiro em soluções de óleos essenciais (500 ppm) e testemunha (DMSO 1%)

Tratamento ²	Mortalidade (%) ¹	
	Fase de ovo	Fase de ninfa
<i>Croton sonderianus</i> (f)	5,00 \pm 2,19	8,00 \pm 2,73
<i>Croton sonderianus</i> (c)	6,00 \pm 2,39	0,00 \pm 0,00
<i>Croton conduplicatus</i> (f)	0,00 \pm 0,00	14,00 \pm 3,49
<i>Lippia gracilis</i> (f)	0,00 \pm 0,00	6,00 \pm 2,39
<i>Lippia schaueriana</i> (f)	0,00 \pm 0,00	7,00 \pm 2,56
<i>Croton conduplicatus</i> (c)	0,00 \pm 0,00	1,00 \pm 1,00
Testemunha	1,00 \pm 1,00	1,00 \pm 1,00

¹Não Significativo - ANOVA

²OE de folhas (f) e raspas de caules (c).

Com a aplicação direta sobre ninfas recém-fixadas, o OE de folha de *C. conduplicatus* provocou mortalidade de *B. tabaci* de 31,0%. Dentre os sintomas observados, ninfas escurecidas e secas foram consideradas como os principais efeitos associados a este óleo. Para esse parâmetro de mortalidade, os demais OEs não diferiram da testemunha (Tabela 2).

Tabela 2. Mortalidade [média (%) \pm EP] da fase de ninfa de *B. tabaci* biótipo B, após imersão de folhas de meloeiro em soluções de óleos essenciais (500 ppm) e testemunha (DMSO 1%)¹

Tratamento ²	Mortalidade (%)
	Fase de ninfa
<i>Croton conduplicatus</i> (f)	31,00 \pm 4,65 a
<i>Croton sonderianus</i> (f)	19,00 \pm 3,94 ab
<i>Lippia gracilis</i> (f)	9,00 \pm 2,88 b
<i>Lippia schaueriana</i> (f)	9,00 \pm 2,88 b
<i>Croton conduplicatus</i> (c)	6,00 \pm 2,39 b
<i>Croton sonderianus</i> (c)	6,00 \pm 2,39 b
Testemunha	3,00 \pm 1,71 b

¹Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

²OE de folhas (f) e raspas de caules (c).

Para o OE de folha de *C. conduplicatus*, os principais compostos identificados foram: 1,8-cineole (15,88%), p-cymene (11,38%) e espatulenol (11,23%) (ALMEIDA et al., 2014). É provável que o desempenho obtido no tratamento com o OE de folha de *C. conduplicatus*, esteja relacionado à presença do 1,8-cineole (eucaliptol), o principal constituinte majoritário. Além

do gênero *Croton*, este composto pode ser encontrado nos OEs de diversas outras espécies botânicas, a exemplo da família Myrtaceae, que abrange o gênero *Eucalyptus* e *Melauleca* (SOUTHWELL et al., 2003; JANKOWSKA et al., 2017). Tia et al. (2013) também demonstraram efeito sobre *B. tabaci* por meio de OEs de duas espécies (*Lippia multiflora* Moldenke e *Melaleuca leucadendron* L.) que apresentaram o eucaliptol como composto majoritário.

O potencial inseticida desse monoterpeno já tem sido amplamente investigado em *Musca domestica* (Linnaeus) (Diptera: Muscidae), *Sarcoptes scabiei* var. *cuniculi* (Acari: Sarcoptidae), bem como em pragas de grãos armazenados *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrycidae) e *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) (ABEYWICKRAMA et al., 2006; STAMOPOULOS; DAMOS; KARAGIANIDOU, 2007; TARELLI; ZERBA; ALZOGARAY, 2009; ABDELGALEIL et al., 2009; HU et al., 2015).

O eucaliptol é conhecido por possuir alta atividade anticolinesterásica (PICOLLO et al., 2008; DANDLEN et al., 2011; JANKOWSKA et al., 2017). Há estudo demonstrando que a ação deletéria desse monoterpeno envolve a inibição da acetilcolinesterase (AChE) e que depende da susceptibilidade da espécie e do estágio de desenvolvimento (RYAN; BYRNE, 1988). Estudo mais recente demonstrou que o eucaliptol afetou as atividades das enzimas acetilcolinesterase (AChE) e adenosina trifosfatase (ATPase), provocando danos musculares e no sistema nervoso do ácaro *Sarcoptes scabiei* var. *cuniculi*, com consequente morte do artrópode (HU et al., 2015). No nosso estudo, entretanto, o mecanismo de ação ainda é desconhecido, cujo composto pode ter ocorrido de forma isolada ou pela ação combinada entre vários compostos.

Efeito dos OEs sobre a oviposição de *B. tabaci*

No bioensaio sem chance de escolha verificou-se redução no número de ovos de *B. tabaci* em todos os meloeiros tratados com OEs em relação à testemunha. As plantas pulverizadas com OEs apresentaram de 53,1 a 63,7% menos ovos que a testemunha. (Tabela 3).

Tabela 3. Número de ovos de fêmeas de *B. tabaci* biótipo B após a pulverização em folhas de meloeiro com soluções de óleos essenciais (500 ppm) e testemunha (DMSO 1%)¹.

Tratamento ²	Número de ovos
<i>C. conduplicatus</i> (f)	44,55 ± 4,46 a
<i>C. sonderianus</i> (c)	36,17 ± 5,26 a
<i>C. sonderianus</i> (f)	45,17 ± 4,45 a
<i>L. gracilis</i> (f)	46,83 ± 5,88 a
<i>C. conduplicatus</i> (c)	46,17 ± 8,18 a
<i>L. schaueriana</i> (f)	36,50 ± 5,79 a
Testemunha	99,83 ± 17,23 b

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

²OE de folhas (f) e caules (c).

No bioensaio com chance de escolha (planta com OE *versus* testemunha), os tratamentos com OE de folha de *C. sonderianus* e folha de *L. gracilis* se destacaram como os menos preferidos pelas fêmeas de *B. tabaci* para oviposição. O OE de *L. gracilis* foi o que provocou maior redução na postura, com três vezes menos ovos. Os demais tratamentos não diferiram da testemunha (Figura 1).

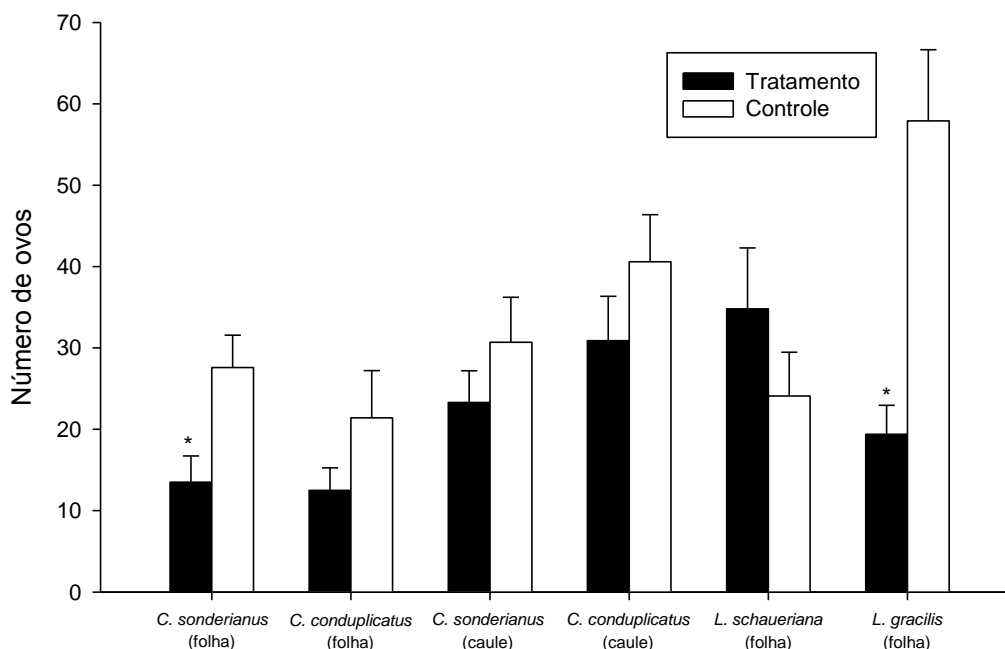


Figura 1. Número médio (\pm EP) de ovos de *Bemisia tabaci* em plantas de meloeiro tratadas com óleos essenciais (500 ppm) e testemunha após 24h de exposição dos casais em testes com chance de escolha.

O número de ovos registrado na testemunha comprova que a redução associada aos tratamentos com OEs é mediante o envolvimento dos compostos presentes nestas espécies botânica e que, o fato de não ter ocorrido redução de ovos na testemunha composta por DMSO 1%, também demonstra que a escolha do solvente não interferiu no comportamento de oviposição da praga (Tabela 3). Os OEs possuem elevada concentração de terpenos, que são relatados como tóxicos e de propriedades repelentes contra muitos insetos (ISMAN, 2006; KNAAK; FIUZA, 2010). Estudos com OEs de folhas de *Plectranthus neochilus* Schltr. e *Tagetes erecta* L. também demonstram efeito inibitório na oviposição de *B. tabaci* (BALDIN et al. 2013). O mesmo foi verificado com o OE de espécies do gênero *Zanthoxylum*, que registraram redução de até 98% sobre a taxa de oviposição de mosca-branca (COSTA et al. 2017).

Em *L. gracilis*, as análises químicas revelaram como compostos majoritários: carvacrol (78,6%) e timol (6,3%) (SOUZA et al., 2017). A ação neurotóxica do carvacrol já foi registrada, sendo que esse monoterpreno pode agir como regulador de crescimento e repelente (MOHAMMEDI, 2017; JANKOWSKA et al., 2017). A capacidade de inibição da AChE foi avaliada em OEs isolados de diferentes espécies de *Thymus* (Lamiaceae) (DANDLEN et al. 2011). Os autores atribuíram o grande potencial de inibição aos altos teores de carvacrol presentes nesses OEs. Provavelmente devido à ação deste monoterpreno, extratos aquosos da espécie *Thymus vulgaris* L. demonstraram um elevado potencial anti-oviposição sobre a mosca-branca *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) (DEHGHANIA; AHMADI, 2013).

O efeito repelente/deterrente associado ao carvacrol também já foi demonstrado para *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) (Acari: Tetranychidae) (ERLER; TUNC, 2005), *Aceria guerreronis* (Keifer) (Acari: Eriophyidae) (MENEZES, 2016), *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) (AJAYI; APPEL; FADAMIRO, 2014) e *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) (ALLSOPP et al., 2014).

No OE de folhas de *C. sonderianus*, foram identificados como compostos majoritários o espatulenol (31,5%) e 1,8-cineole (28,7%) (SOUZA et al., 2016). O espatulenol já se mostrou repelente/deterrente contra adultos de *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae), *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera:

Pentatomidae), *Aedes aegypti* (L.) e *Anopheles stephensi* (Liston) (Diptera: Culicidae). (CANTRELL et al., 2005; MATHEW; THOPPIL, 2011; YOU et al., 2015a; YOU et al., 2015b; KRINSKI; FOERSTER, 2016). Apesar de poucos estudos envolvendo a ação do espatulenol nos insetos, acredita-se que o principal mecanismo de ação deste composto também seja pela inibição da AChE (KNAAK; FIUZA, 2010). Em testes com olfatômetro de ar parado, o composto majoritário 1,8-cineole (eucaliptol), presente no extrato de *Eucalyptus globulus* também mostrou estar diretamente associado à ação repelente em populações de *B. tabaci* (DELETRE et al., 2015).

As sensilas antenais dos insetos respondem aos monoterpenos voláteis por meio da ativação de neurônios receptores olfativos, provocando desta forma, o efeito repelente. Em *Aedes aegypti* (L.), foi possível detectar diversas respostas eletrofisiológicas entre compostos à medida que variaram, indicando o envolvimento de diferentes neurônios sensoriais na repelência do mosquito (DEKKER et al., 2011). Lin et al (2007) identificaram por meio de estudos morfológicos e comportamentais diferentes tipos de sensilas antenais em adultos de *B. tabaci*, sendo a do tipo basicônico e coelocônico classificados como os principais quimiorreceptores olfativos do inseto responsáveis pela percepção de voláteis. Dessa forma, os resultados aqui apresentados justificam o fato de que o potencial dos OEs esteja diretamente associado aos compostos bioativos presentes nessas estruturas em maior ou em menor proporção. Além disso, a ação sinérgica pode aumentar o potencial de ação desses compostos (NTALLI; MENKISSOGLU-SPIROUDI, 2011), tornando-os ainda mais promissores devido à complexidade de suas substâncias bioativas. Essa complexidade, dentre outras vantagens, compromete a habilidade dos insetos, ou outros organismos, em desenvolver populações resistentes.

REFERÊNCIAS

AHN, Y.J.; et al. Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and b-thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* sawdust. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 24, p. 81-90, 1998.

AISHA, H; LU, Y-Y; ZENG, L. Deterrent effect of essential oil extracted from *Dolichandrone cauda lina* on oviposition of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **Journal of South China Agricultural University**, China, v. 28 n. 1, p. 58-62, 2007

ALMEIDA, J. et al. Chemical composition of essential oils from *Croton conduplicatus* (Euphorbiaceae) in two different seasons. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, London, v. 17, n. 6, p. 1137-1145, 2014.

ALMEIDA, J. R. G da S. Chemical composition of essential oils from the stem barks of *Croton conduplicatus* (Euphorbiaceae) native to the Caatinga biome. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 9, n. 4, p. 98-101, 2015.

ARAUJO, E.L. et al. Biological aspects of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on melon (*Cucumis melo* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, p. 579-582, 2013.

AYVAZ, A. et al. Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. **Journal of Insect Science**, Oxford, v. 10, n. 21, p. 1-13, 2010.

CANTRELL, C. L. Isolation and identification of mosquito bite deterrent terpenoids from leaves of american (*Callicarpa americana*) and japanese (*Callicarpa japonica*) beautyberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, p. 5948-595, 2005.

CASTILLO, R. M; STASHENKO, E; DUQUE, J. E. Insecticidal and repellent activity of several plant-derived essential oils against *Aedes aegypti*. **Journal of the American Mosquito Control Association**, Fresno, v. 33, n. 1, p. 25-35, 2017.

CAVALCANTI, S.C. et al. Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). **Bioresource Technology**, New York, v. 101, n. 2, p. 829-32, 2010.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Mots (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 176-182, 2006.

COSTA-LIMA, T. C. **Bioecologia e competição de duas espécies de parasitoides neotropicais (Hymenoptera: Braconidae e Eulophidae) de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae)**. 2011. 126f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2011.

COSTA-LIMA, T.C da; SILVA, A. de C; PARRA, J.R.P. Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia. (**Documentos**, 268). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

COSTA-LIMA, T.C; GEREMIAS, L.D; PARRA, J.R.P. Reproductive activity and survivorship of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) at different temperatures and relative humidity levels. **Environmental Entomology**, College Park, v. 39, p. 195-201, 2010.

- CRUZ, E. M. O. et al. Acaricidal activity of *Lippia gracilis* essential oil and its major constituents on the tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 195, p. 198-202, 2013.
- FERGUSON, J. S. Development and stability of insecticide resistance in the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to cyromazine, abamectin and spinosad. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 97, n. 1, p. 112-119, 2004.
- GNANKINÉ, O; BASSOLÉ, I. H. N. Essential oils as an alternative to pyrethroids' resistance against *Anopheles* species complex giles (Diptera: Culicidae), **Molecules**, Emeryville, v. 22, p. 2-23, 2017.
- GOMES, G. A. et al. Chemical composition and acaricidal activity of essential oil from *Lippia sidoides* on larvae of *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae) and larvae and engorged females of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, Berlin, v. 111, p. 2423-2430, 2012.
- HASELTON, A. T. et al. 2015. Repellency of α -pinene against the house fly, *Musca domestica*. **Phytochemistry**, New York, v. 117, p. 469-475, 2015.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2017. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>. Acesso em: 01 fev. 2018.
- ILBOUDO, Z. et al. Biological activity and persistence of four essential oils towards the main pest of stored cowpeas, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, Elmsford, v. 46, p. 124–128, 2010.
- ISMAN, M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v. 51, p. 45-66, 2006.
- JARAMILLO-COLORADO. et al. Volatile secondary metabolites from Colombian *Croton malambo* (Karst) by different extraction methods and repellent activity of its essential oil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, London, v. 17, n. 5, p. 992-1001, 2014.
- JÚNIOR, R. G. O. et al. Antinociceptive effect of the essential oil from *Croton conduplicatus* Kunth (Euphorbiaceae). **Molecules**, Emeryville, v. 22, p. 900, 2017.
- KASRATI, A. et al. Chemical characterization and insecticidal properties of essential oils from different wild populations of *Mentha suaveolens* subsp. timija (Briq.) harley from Morocco. **Chemistry & biodiversity**, Zurich, v. 12, 2015.
- KIM, S-I.; LEE, D-W. Toxicity of basil and orange essential oils and their components against two coleopteran stored products insect pests. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Seoul, v. 17 p. 13–17, 2014.

- KLOCKE J. A.; DARLINGTON M. V.; BALANDRIN M. F. 1,8-Cineole (Eucalyptol), a mosquito feeding and ovipositional repellent from volatile oil of *Hemizonia fitchii* (Asteraceae). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 13, n. 12, p. 2131-41, 1987.
- KULKARNI, R. R. et al. *Lavandula gibsoni* and *Plectranthus mollis* essential oils: Chemical analysis and insect control activities against *Aedes aegypti*, *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus*. **Journal of Pest Science**, Tokyo, v. 86, p. 713–718, 2013.
- LAGE, T. C. A. et al. Activity of essential oil of *Lippia triplinervis* Gardner (Verbenaceae) on *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, Berlin, v. 112, p. 863-869, 2013.
- LIMA, G. P.G. et al. Further insecticidal activities of essential oils from *Lippia sidoides* and *Croton* species against *Aedes aegypti* L. **Parasitology Research**, Berlin, v. 112, n. 5, p. 1953-1958, 2013b.
- LIMA, J. K. A. et al. Biotoxicity of some plant essential oils against the termite *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae). **Industrial Crops and Products**, v. 47, p. 246-251, 2013a.
- LIU, F. et al. Olfactory responses of the antennal trichoid sensilla to chemical repellents in the mosquito, *Culex quinquefasciatus*. **Journal of Insect Physiology**, v. 59, p. 1169–1177, 2013.
- MELO B. A. et al. Repellency and bioactivity of Caatinga biome plant powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 98, n. 2, p. 417–423, 2015.
- MELO, C. R. et al. Toxicity of essential oils of *Lippia gracilis* chemotypes and their major compounds on *Diaphania hyalinata* and non-target species. **Crop Protection**, Oxford, v. 104, p. 47-51, 2018.
- MOHAMED, M.I.E; ABDELGALEIL, S.A.M. Chemical composition and insecticidal potential of essential oils from Egyptian plants against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 43, p. 599-607, 2008.
- NASCIMENTO, A.M. et al. Repellency and larvicidal activity of essential oils from *Xylopia laevigata*, *Xylopia frutescens*, *Lippia pedunculosa*, and their individual compounds against *Aedes aegypti* Linnaeus. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 46, n. 2, p. 223-230, 2016.
- NERIO. L. S.; OLIVERO-VERBEL, J; STASHENKOB, E. Repellent activity of essential oils: A review. **Bioresource Technology**, New York, v. 101, p. 372-378, 2010.
- NTALLI, N.G.; MENKISSOGLU-SPIROUDI, U. Pesticides of botanical origin: a promising tool in plant protection. In: STOYTICHEVA, M; editor. **Pesticides – formulations, effects, fate**. Rijeca: In Tech; p. 3-24, 2011.

PANELLA, N. A. et al. Use of novel compounds for pest control: insecticidal and acaricidal activity of essential oil components from heartwood of Alaska yellow cedar. **Journal of Medical Entomology**, Oxford, v. 42, n. 3, p. 352-358, 2005

PARK, B. S. et al. Monoterpenes from Thyme (*Thymus vulgaris*) as potential mosquito repellents. **Journal of the American Mosquito Control Association**, Fresno, v. 21, p. 80-83, 2005.

PARK, J. H. et al. Insecticidal toxicities of carvacrol and thymol derived from *Thymus vulgaris* Lin. against *Pochazia shantungensis* Chou & Lu., newly recorded pest. **Scientific Reports**, v. 7, p. 1-7, 2017.

PARK, Y. L.; TAK, J. H. **Essential Oils for Arthropod Pest Management in Agricultural Production Systems**. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, pp. 61-70, 2016.

PARRELLA, M. P.; KEIL, C. B.; MORSE, J. G. Insecticide resistance in *Liriomyza trifolii*. **California Agriculture**, Alameda, v. 38, p. 22-23, 1984.

PEIXOTO, M. G. et al. Toxicity and repellency of essential oils of *Lippia alba* chemotypes and their major monoterpenes against stored grain insects. **Industrial Crops and Products**, v. 71, p. 31-36, 2015.

PEREIRA, A. C. R.L. et al. Insecticide activity of essential and fixed oils in *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (Coleoptera : Bruchidae) in cowpea grains [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 717-724, 2008.

QIN, W. Q. et al. Biological activity of the essential oil from the leaves of *Piper sarmentosum* Roxb. (Piperaceae) and its chemical constituents on *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Hispididae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Massachusetts, v. 96, p. 132–139, 2010.

R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em:<<http://www.r-project.org>>.

REGNAULT-ROGER, C; VINCENT, C; ARNASON, J. T. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 57, p. 405-424, 2012.

ROH, H. S; LEE, B. H; PARK, C. G. Acaricidal and repellent effects of myrtacean essential oils and their major constituents against *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Seoul, v. 16, p. 245–249, 2013.

SALVIANO, A. M. et al. A cultura do melão. In: COSTA, N. D. (Ed.). (**Coleção Plantar, 76**). 3ª ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa. 2017. 202p.

SCRIVEN, R.; MELOAN, C. E. Determining the active component in 1, 3, 3-trimethyl-2-oxabicyclo {2, 2, 2} octane (cineole) that repels the *American*

Cockroach, periplaneta americana. **Ohio Journal of Science**, Columbus, v. 84, n. 3, p. 85-88, 1984.

SHAALAN, E.A.-S. et al. A review of botanical phytochemicals with mosquitocidal potential. **Environment International**, United Kingdom, v. 31, n. 8, p. 1149–1166, 2005.

SILVA W.J. et al. Effects of essential oils on *Aedes aegypti* larvae: alternatives to environmentally safe insecticides. **Bioresource Technology**, New York, v. 99, n. 8, p. 3251-5, 2008.

SIQUEIRA, F. F. da S. et al. Atividade acaricida de extratos aquosos de plantas da caatinga sobre ácaro verde da mandioca. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 109-116, 2014.

SOUZA, A. V. V de. et al. Essential oil content and chemical composition of *Lippia gracilis* Schauer cultivated in the Sub-meddle São Francisco Valley. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, London, v. 20, n. 4, p. 983 – 994, 2017.

SOUZA, A. V. V de. et al. Influence of season, drying temperature and extraction time on the yield and chemical composition of 'marmeleiro' (*Croton sonderianus*) essential oil. **Journal of Essential Oil Research**, London, v. 29, n. 1, p. 76- 84, 2016.

SYED, Z.; LEAL, W. S. Mosquitoes smell and avoid the insect repellent DEET. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, USA, v. 105, n. 36, p. 13598-13603, 2008.

TATSADJIEU, N.L. et al. Comparative study of the simultaneous action of three essential oils on *Aspergillus flavus* and *Sitophilus zeamais* Motsch. **Food Control**, Vurrey, v. 21, p. 186–190, 2010.

TONG, F; COATS, J. R Effects of monoterpenoid insecticides on [3 H]-TBOB binding in house fly GABA receptor and ³⁶Cl uptake in American cockroach ventral nerve cord. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Massachusetts, v. 98, n. 3, p. 317–324, 2010.

TRIPATHI, A.K. et al. Toxicity, feeding deterrence, and effect of activity of 1,8-cineole from *Artemisia annua* on progeny production of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 94, n. 4, p. 979-83, 2001.

VONGSOMBATH, C. et al. Mosquito (Diptera: Culicidae) repellency field tests of essential oils from plants traditionally used in Laos. **Journal of Medical Entomology**, Oxford, v. 49, n. 6, p. 1398–1404, 2012.

VUČINIĆ, M. et al. Carvacrol importance in veterinary and human medicine as ecologic insecticide and acaricide. **Veterinarski Glasnik**, Serbia, v. 65, p. 433-441, 2011.

WALLING, L. L. The myriad plant responses to herbivores. **Journal of Plant Growth Regulation**, Netherlands, v. 19, n. 2, p. 195–216, 2000.

WANG, X. et al. The Effect of chemical composition and bioactivity of several essential oils on *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Insect Science**, Oxford, v. 15, n. 1, p. 116, 2015.

WEI, Q. B. et al. Abamectin resistance in strains of vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) is linked to elevated glutathione S-transferase activity. **Insect Science**, Hoboken, v. 22, p. 243-250, 2015.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados, conclui-se que os óleos essenciais estudados afetam a sobrevivência da fase imatura de *Liriomyza sativae* (Blanchard) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B. Além disso, provocam redução na oviposição de ambas as pragas. Esses efeitos, provavelmente estão associados ao complexo de substâncias químicas presentes nesses OEs, bem como na proporção em que esses compostos são encontrados nas plantas. Embora os estudos realizados ainda sejam preliminares, o presente trabalho acrescenta resultados novos ao analisar OEs de plantas pouco estudadas, em relação à sua atividade inseticida. A partir do conhecimento dos compostos dos OEs avaliados, novos estudos devem ser conduzidos com o objetivo de confirmar o efeito desses compostos de forma isolada ou em associação, buscando alternativas para novas formulações de inseticidas. Espera-se que os produtos gerados apresentem maior eficiência e causem menor impacto ao ambiente do que os princípios ativos frequentemente utilizados para o controle das duas pragas em questão.