

EFEITOS DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) E *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) E SELETIVIDADE AOS INIMIGOS NATURAIS

por

MAURICÉA FIDELIS DE SANTANA

(Sob Orientação do Professor Cláudio Augusto Gomes da Câmara - UFRPE)

RESUMO

A pesquisa objetivou: determinar o potencial acaricida de óleos essenciais sobre *Tetranychus urticae* Koch e *Neoseiulus californicus* Koppert; investigar o efeito sobre ovos do *T. urticae*; avaliar a toxicidade dos óleos sobre *Lipaphis pseudobrassicae* e *Aphidius* sp; avaliar efeito repelente e a taxa instantânea de crescimento. Óleos testados: *Citrus aurantifolia* L., *Citrus limon* (L.) Burm. f., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck., *Lippia sidoides* Cham., *Croton rhamnifolioides* Pax & Hoffm., *Piper divaricatum* G. Mayer, *Croton grewioides* Baill., controle positivo (Azamax) e testemunha (água + DMSO 0,5%). Todos os óleos foram tóxicos para *T. urticae*, sendo *L. sidoides*, *P. divaricatum*, *C. sinensis* e *C. limon* os que apresentaram melhores CL₅₀. *L. sidoides* (5,26 µl/mL) e *P. divaricatum* (6,66 µl/mL) apresentaram maior toxicidade para ovos de *T. urticae*. *C. grewioides* (163,30 µl/mL) e *C. sinensis* (143,54 µl/mL) proporcionaram menor mortalidade para *N. californicus*. Para *L. pseudobrassicae*, *C. grewioides* (2,78 µl/20 mL) e *C. rhamnifolioides* (3,70 µl/20 mL) foram mais tóxicos (CL₅₀). Os óleos foram repelentes nas maiores concentrações em 24 e 48 horas, exceto *C. sinensis*. Todos os óleos reduziram a taxa instantânea de crescimento, sendo *P. divaricatum* (150 µl/20 mL), *C. limon* (120 µl/20 mL) e Azamax (500 µl/20 mL) os que mais reduziram. *P. divaricatum*, *C. limon* e *C. rhamnifolioides* foram os que mais reduziram o número de ninfas, com

96,7%, 96,5% e 96,2%, respectivamente. Para *Aphidus* sp na fase de desenvolvimento (múmia), as CL₅₀ mais altas foram de 147,67 mL/20 mL (*L. sidoides*); 51,34 mL/20mL (*C. aurantifolia*); 49,43 mL/20 mL (*C. rhamnifolioides*); 41,66 mL/20mL (*C. sinensis*) e 41,41 mL/20 mL (*P. divaricatum*). Na fase adulta de *Aphidus* sp as CL₅₀ foram mais altas quando comparadas às de *L. pseudobrassicae*, variando de 0,28 mL/mL (*Croton grewoides*) a 2,37 mL/mL (*C. sinensis*), sendo *C. grewoides* foi 8,37 vezes mais tóxico para o parasitoide.

PALAVRAS-CHAVE: Produtos naturais, ácaro rajado, pulgão da couve, inimigo natural.

EFFECTS OF ESSENTIAL OILS ON THE CONTROL OF *Tetranychus urticae* KOCH
(ACARI: TETRANYCHIDAE) AND *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS) (HEMIPTERA:
APHIDIDAE) AND SELECTIVITY TO NATURAL ENEMIES

por

MAURICÉA FIDELIS DE SANTANA

(Under the Direction of Professor Cláudio Augusto Gomes da Câmara)

ABSTRACT

The research aimed to determine the acaricidal potential of essential oils on *Tetranychus urticae* Koch and *Neoseiulus californicus* Koppert; to investigate the effect on *T. urticae* eggs; to evaluate the toxicity of oils on *Lipaphis pseudobrassicae* and *Aphidius* sp; evaluate the repellent effect and the instantaneous rate of growth. Tested oils: *Citrus aurantifolia* L., *Citrus limon* (L.) Burm. f., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck., *Lippia sidoides* Cham., , *Croton rhamnifolioides* Pax & Hoffm. , *Piper divaricatum* G. Mayer, *Croton grewioides* Baill., positive control (Azamax) and control (water + 0.5% DMSO). All oils were toxic to *T. urticae*, with *L. sidoides*, *P. divaricatum*, *C. sinensis*, and *C. limon* the ones that presented better LC₅₀. *L. sidoides* (5.26 µL/mL) and *P. divaricatum* (6.66 µL/mL) showed higher toxicity to *T. urticae* eggs. *C. grewioides* (163.30 µL/mL) and *C. sinensis* (143.54 µL/mL) provided lower mortality for *N. californicus*. For *L. pseudobrassicae*, *C. grewioides* (2.78 µL/20 mL) and *C. rhamnifolioides* (3.70 µL/20 mL) were more toxic (LC₅₀). The oils were repellent at the highest concentrations in 24 and 48 hours, exeto *C. sinensis*. All oils reduced the instantaneous rate of growth, with *P. divaricatum* (150 µL/20 ml), *C. limon* (120 µL/20 ml) and Azamax (500 µL/20 ml) the smallest. *P. divaricatum*, *C. limon* and *C. rhamnifolioides* were the ones that reduced the number of nymphs, with 96.7%, 96.5% and 96.2%,

respectively. For *Aphidus* sp in the development stage (mummy), the highest LC₅₀s were 147.67 mL/20mL (*L. sidoides*); 51.34 mL/20mL (*C. aurantifolia*); 49.43 mL/20mL (*C. rhamnifolioides*); 41.66 mL/20 mL (*C. sinensis*) and 41.41 mL/20 mL (*P. divaricatum*). In the adult phase of *Aphidus* sp the LC₅₀ were higher when compared to *L. pseudobrassicae*, ranging from 0.28 mL/mL (*Croton grewoides*) to 2.37 mL/mL (*C. sinensis*), with *C. grewoides* being 8.37 times more toxic to the parasitoid.

KEY WORDS: Natural products, spider mite, cabbage aphid, natural enemy.

EFEITOS DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI:
TETRANYCHIDAE) E *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) E
SELETIVIDADE AOS INIMIGOS NATURAIS

por

MAURICÉA FIDELIS DE SANTANA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da Universidade
Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em
Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

FEVEREIRO – 2018

EFEITOS DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI:
TETRANYCHIDAE) E *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) E
SELETIVIDADE AOS INIMIGOS NATURAIS

por

MAURICÉA FIDELIS DE SANTANA

Comitê de Orientação:

Cláudio Augusto Gomes da Câmara - UFRPE

Clécio Souza Ramos - UFRPE

EFEITOS DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI:
TETRANYCHIDAE) E *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) E
SELETIVIDADE AOS INIMIGOS NATURAIS

Por

MAURICÉA FIDELIS DE SANTANA

Orientador: _____
Cláudio Augusto Gomes da Câmara - UFRPE

Examinadores: _____
Douglas Rafael e Silva Barbosa – IFMA

João Paulo Ramos de Melo – PDJ/CNPq

Marcilio Martins de Moraes – PNPd/CAPES

Wendel José Teles Pontes – UFPE

DEDICATÓRIA

À minha mãe, Maria do Carmo, por toda sua coragem, determinação e bom humor.

Ao meu pai, Mauricio Joaquim, pela sua confiança e seu carinho eterno.

Ao meu noivo, Anderson Miguel pelo companheirismo, dedicação e amor.

À minha irmã, Maurivânia, pela genialidade inspiradora.

Aos meus amigos de laboratório e de curso pela convivência, cuidados e aprendizados diários.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o amor que alcança o céu e preenche o infinito, por se mostrar paciente, benevolente, generoso, tolerante e inesgotável e esta sempre ao lado.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, por proporcionar tantos encontros e, sobretudo uma formação profissional e a CAPES, pelas bolsas concedidas para realização do trabalho.

Ao Professor Cláudio Augusto Gomes da Câmara pelas orientações, informações e formação acumuladas, pelas oportunidades e pelo papel fundamental para o desenvolvimento do meu trabalho.

A todos os professores do PPGEA, por contribuírem para o meu crescimento profissional e pessoal. Em especial ao Professor José Vargas de Oliveira por ter me encaminhado na vida acadêmica.

Aos amigos de turma Elaine, Kamilla, Francieli, Vaneska, Guilherme, Thiago e a todos os amigos do grupo Entomófilo pelos bons momentos que tivemos.

Aos amigos do Laboratório de Inseticidas Naturais João Paulo, Mário Jorge, Aline, Milena, Tamara e Rodrigo, pelos momentos de ajuda com as criações de ácaro e pulgão e na hora das dúvidas.

Ao meu amigo Douglas Rafael pela amizade, ajuda nas estatísticas do meu projeto de pesquisa.

Aos funcionários da área de Fitossanidade Darcy, Marcelo e Luiz pela amizade e por sempre estarem dispostos a ajudar.

Aos amigos e companheiros de graduação, pois de alguma forma contribuíram para o meu sucesso. Em especial a Andrea Avelino, Nivea, Karime, Renata, Anderson, Abioseias e Wagner, por terem me dado à mão nos meus primeiros passos dessa jornada.

À Coordenação do PPGEA, por proporcionar experiências positivas, altruístas e amizades espalhadas no curso.

À minha família por sempre estar ao meu lado, por me apoiar, por me prover a autoridade de tomar decisões e por ter me ensinado a seguir um caminho de luz.

Ao meu noivo Anderson Miguel da Silva, por me apoiar, por me ajudar nas horas de montar os experimentos, sem se importar se fosse final de semana, feriado, ou até a noite quando largávamos do trabalho e víamos direto para Rural.

Às minhas amigas de casa de estudante, Cintia, Sandra, Virginia, Vilma, Joselane, Ane, Lenivânia, Iana e Kessyana pelo carinho e a amizade construída com o passar do tempo.

Aos amigos de sempre, Janete, Cynara, Pollianna, Mariana, Fabiana, Solange, Alberto, Ligia, Carol, Glaucilane, Andrezo, Edvaldo, Carla, Rosa, Renata, Valdson, Antônio Almeida, Paulo, Elizabete, Amanda e muitos outros amigos que passaram pela minha vida.

A todos esses guias, a minha eterna gratidão.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	1
LITERATURA CITADA.....	9
2 TOXICIDADE E EFEITO OVICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE <i>Tetranychus</i> <i>urticae</i> KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) E SELETIVIDADE SOBRE O ÁCARO PREDADOR <i>Neoseiulus californicus</i> (MCGREGOR) (ACARI: PHYTOSEIIDAE).....	14
RESUMO	15
ABSTRACT	16
INTRODUÇÃO	17
MATERIAL E MÉTODOS	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
AGRADECIMENTOS.....	26
LITERATURA CITADA.....	26
3 TOXICIDADE, REPELÊNCIA, TAXA INSTANTÂNEA E EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE <i>Lipaphis pseudobrassicae</i> DAVIS (HEMIPTERA: APHIDIDAE) E SEU INIMIGO NATURAL <i>Aphidius sp</i> (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)	32
RESUMO	33
ABSTRACT	34
INTRODUÇÃO	35
MATERIAL E MÉTODOS	36

RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
AGRADECIMENTOS.....	48
LITERATURA CITADA.....	49
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais no agronegócio, chegando a produzir aproximadamente uma tonelada de grãos para cada habitante, ocupando a quinta colocação, ficando atrás apenas da Argentina, Austrália, Canadá e Estados Unidos (Notícias Agrícolas 2017).

A atual impressão que se tem da produção agrícola brasileira concentra-se na produção de grãos de milho, soja, feijão, arroz e outras oleaginosas. No entanto, vale salientar que o setor ainda é grande produtor mundial de café, algodão, cana-de-açúcar, batata, silvicultura, além da produção de hortaliças, frutas, e todos os outros ramos da pecuária e da avicultura (Notícias Agrícolas 2017).

O Brasil situa-se entre os dez países com maior produção de hortaliças no mundo, atingindo 18 milhões de toneladas por ano (Reetz *et al.* 2014). A produção de couve no Brasil é realizada em pequenas propriedades de agricultores familiares ou em sistemas de consorciação (Filgueira 2003, Silva *et al.* 2012).

Em 2016, a produção de leguminosas, cereais e oleaginosas foi distribuída entre as regiões brasileiras da seguinte forma: Centro-Oeste, 75,1 milhões de toneladas; Sul, 73,0 milhões de toneladas; Sudeste, 19,6 milhões de toneladas; Nordeste, 9,5 milhões de toneladas e Norte, 6,7 milhões de toneladas (Conab 2016, IBGE 2016).

Segundo dados do IBGE (2016), o Nordeste se destaca na produção de frutas em sua grande maioria destinada à exportação no polo agrícola no Submédio do Vale do São Francisco, principalmente em Petrolina/PE. Já o estado da Bahia vem crescendo como produtor de algodão e soja, culturas expressivas no cenário mundial.

Outra fonte de produção agrícola que merece destaque é a agricultura familiar, responsável por 52% dos alimentos consumidos no país, com o pequeno agricultor fornecendo diversos produtos para o mercado brasileiro como: feijão, mandioca, leite, milho e carnes de aves e suínos que fazem parte da base alimentar de muitos brasileiros (Kageyama *et al.* 2013).

No entanto, a presença de diferentes pragas em diversas culturas é considerado um importante problema enfrentado pelos agricultores sejam eles pequenos, médios ou grandes produtores. Entre as espécies de ácaros e insetos pragas de grande importância econômica, pode-se destacar a espécie *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), conhecido popularmente como ácaro rajado e o pulgão-da-couve, *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis, 1914) (Hemiptera: Aphididae), que atacam culturas de grande expressão econômica, como algodão, morango, soja, uva, citros, couve-flor, couve e brócolis.

O ácaro rajado, *T. urticae*, é polífago e cosmopolita, figura como uma das pragas mais importantes, para diversas culturas de importância econômica no mundo (Hoy 2011). Sua ocorrência é relatada em mais de 1.100 espécies de plantas pertencentes a 140 famílias botânicas, destacando-se: soja, tomate, uva, melão, morango, milho, maçã e citros entre outras de grande valor econômico (Grbic *et al.* 2011, Gerson & Weintraub 2012). No Brasil, foi registrado em vários estados de norte a sul do país como, por exemplo, sendo relatado em Petrolina no estado de Pernambuco pela primeira vez no ano de 1985 no início da implantação da fruticultura irrigada na região (De Moraes 1985).

As fêmeas de *T. urticae* têm o corpo ovalado, medindo cerca de 0,5 mm de comprimento, os machos medem 0,25 mm e tem corpo mais estreito (Fadini *et al.* 2004). As fêmeas geralmente apresentam a coloração esverdeada ou avermelhada com duas manchas bem visíveis no dorso têm o corpo coberto de longas setas (Fadini *et al.* 2004). Tecem fios de seda, assumindo a forma de uma teia, dificultando a locomoção de outros ácaros e insetos (Flechtmann 1985). A fêmea pode

ovipositar, em média, mais de 100 ovos, na face inferior das folhas de suas plantas hospedeiras (Gerson & Weintraub 2012).

Durante o seu desenvolvimento, *T. urticae* passa pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (Flechtmann 1985). O ciclo biológico tem duração de 21 dias na temperatura de 20 °C e de 7 dias em temperatura de 30 °C. Uma geração pode durar de 1 a 3 semanas, dependendo da planta hospedeira e das condições de temperatura (Gerson & Weintraub 2012).

Outra praga de grande importância para a agricultura é o pulgão-da-couve, *Lipaphis pseudobrassicae* que ainda não tem um centro de origem concreta, especialmente porque essa espécie era chamada de *Brevicoryne brassicae*; Em 1834, foi referida por Kaltenbach, como *Lipaphis erysimi*, sendo sinonímia sênior de *Ropalosiphum pseudobrassicae*. Davis em 1914 por sua vez observou que havia diferença e a batizou de *Aphis pseudobrassicae*. Com o passar dos anos vários estudos de taxonomia foram realizados e a espécie foi nomeada por Takahashi em 1923 de *Ropalosiphum pseudobrassicae*, pois apresentava o seu sifúnculo levemente clavado. Börner e Schilder no ano de 1932 verificaram que *Ropalosiphum pseudobrassicae* deveria pertencer ao gênero *Lipaphis*, uma vez que a espécie se alimentava unicamente de crucíferas e tinha origem paleártica.

Entretanto, tendo com base estudos morfológicos mais detalhados das espécies do gênero *Lipaphis*, constatou-se que *L. pseudobrassicae* é diferente de *L. erysimi*. A espécie *L. erysimi* apresentou dez cromossomos e sua ocorrência é restrita em brássicas selvagens na Europa, portanto, não coloniza brássicas cultivadas. Por outro lado *L. pseudobrassicae* apresentou oito ou nove cromossomos e tem sua provável origem no Leste Asiático. Assim sendo, é bem possível que todos os relatos feitos de ataque de *L. erysimi* a plantas cultivadas ao redor do mundo sejam referentes à *L. pseudobrassicae* (Blackman & Eastop 2000, Blackman & Eastop 2007, Ferreira 2013).

L. pseudobrassicae é uma praga cosmopolita na cultura das brássicas. Podem ser ápteros ou alados. Na forma áptera apresentam coloração amarela, verde oliva ou cinza tendo uma camada de cera branca em seu corpo, são de tamanho variando de 1,85 a 2,05mm de comprimento, sifúnculo levemente escurecido, fronte sinuosa. A forma alada tem coloração verde oliva e possuem franjas transversais presentes nos últimos segmentos abdominais, essa franja transversal é observada apenas depois do sifúnculo na espécie *L. pseudobrassicae* (Blackman & Eastop 2007).

Esse pulgão possui uma ampla distribuição mundial, estabelecendo-se melhor em climas diferentes, em ambientes com temperaturas mais quentes, não apresentando reprodução sexuada, fazendo com que essa espécie se reproduza por partenogêneses telítoca, não sendo necessária a fêmea seja fecundada pelo macho, sendo a sua progênie constituída de fêmeas oriundas de outra fêmea por reprodução assexuada (Blackman & Eastop 2007). A preferência alimentar de *L. pseudobrassicae* é por folhas das plantas de couve completamente desenvolvidas (Cividandes & Souza 2004, Hubaide 2011). Segundo Peña-Martinez (1992), *L. pseudobrassicae* coloniza a face inferior das folhas, inflorescência e talos nas partes terminais.

O pulgão *L. pseudobrassicae* destaca-se em importância econômica para a cultura das brássicas, causando o encarquilhamento e amarelecimento das folhas e também sendo responsável pela transmissão de aproximadamente dez tipos de vírus que causam doenças as plantas, como: o mosaico do nabo (*potyvirus*), o mosaico da couve-flor (*caulimovirus*) e o mosaico do rabanete. *L. pseudobrassicae* também é comumente chamado de pulgão do nabo ou pulgão da mostarda (Blackman & Eastop 2000, Blackman & Eastop 2007, Ferreira, 2013). A primeira ocorrência de *L. pseudobrassicae* associada à couve no Brasil, foi registrada por Resende *et al.* (2006) no município de Seropédica, RJ.

Em geral o controle de *Tetranychus urticae* é realizado por meio de aplicações constantes de produtos químicos sintéticos. O uso desses produtos, de forma inadequada, acarreta no

desenvolvimento de populações resistentes, sendo necessário cada vez mais aplicações em um curto período de tempo, com quantidades maiores destes produtos (Nerio *et al.* 2010), elevando os custos de produção, e acarretando problemas a saúde ambiental, humana e entomofauna (Azevedo *et al.* 2010).

Inimigos naturais como predadores, parasitoides e entomopatógenos são frequentemente relatados em vários estudos interagindo com espécies de pulgões nos sistemas agrícolas (Völkl *et al.* 2007). Entre os predadores podemos destacar as joaninhas *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville e *Coleomegilla maculata* DeGeer e *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) e os dípteros da família Syrphidae (Völkl *et al.* 2007, Liu & Sparks Jr. 2011), os parasitoides são os mais eficientes no controle biológico de pulgões (Carver 1988). Pode-se destacar as famílias Aphelinidae (Hymenoptera) e Braconidae (Hymenoptera), sendo a subfamília Aphidiinae e mais numerosa no Brasil (Stary *et al.* 2007) e os fungos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. como reguladores de populações de *L. erysimi*, *Myzus persicae* e *Brevicorine brassicae* (Feng *et al.* 1990, Alves 1998, Isikber & Copland 2002).

Em 2004, os gastos com inseticidas somaram mais de 2,3 bilhões e 26,9% desse total foi apenas com inseticidas (Borges *et al.* 2004). Em 2009, o Brasil tornou-se o maior consumidor mundial em agrotóxicos, seguido dos Estados Unidos e permanecendo como líder de consumo até os dias atuais (Merlino 2009, Cassal *et al.* 2014).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) surgiu como uma alternativa ao controle químico, como o uso de produtos naturais, onde pode-se destacar os inseticidas/acaricidas botânicos (Roel *et al.* 2001). Por serem mais fáceis de serem adquiridos e terem um custo mais barato, quando comparados aos inseticidas sintéticos, os produtos botânicos vem sendo a cada dia mais utilizados

na agricultura familiar e em sistemas de produção onde não é permitido o uso de agrotóxicos, como por exemplo, na agricultura orgânica (Venzon *et al.* 2007).

Durante a década de 60, ressurgiu o interesse científico pelos inseticidas botânicos com potencial inseticida, principalmente o derivado da planta *Azadiractina indica*, conhecida popularmente por nim, onde era extraído das sementes o triterpenoide azadiractina, que apresenta alto potencial inseticida sobre diversas espécies de insetos-praga (Morgan *et al.* 2004) e em seguida, cresceu a comercialização de inseticidas com base em óleos essenciais e óleos emulsionáveis de plantas (Regnault-Roger *et al.* 2012).

Os óleos essenciais fazem parte de um dos grupos mais importante de matéria prima para as indústrias mundiais abrangendo os ramos alimentícios, cosmético, farmacêutico e de inseticida/acaricidas botânicos. São produzidos pelo metabolismo secundários das plantas e considerados substâncias complexas, voláteis, líquidas e lipofílicas (Millezi *et al.* 2013).

Os metabólitos secundários das plantas são compostos produzidos e acumulados nas estruturas possuem distribuição restrita a um gênero ou espécie, onde são muitas vezes armazenados em altas concentrações apresentando alta toxicidade. Frequentemente são produzidos e acumulados em diferentes sítios, como por exemplo, nos vacúolos, em uma forma glicosídica, ou acumulada nas estruturas secretoras especiais como nos dutos, tricomas, laticíferos, canais e outros (Wink 2006, Figueiredo *et al.* 2008).

Diversas funções ecológicas são atribuídas às várias destas substâncias voláteis, como no caso de auxiliar na polinização e dispersão de sementes atraindo os agentes responsáveis por esta função, na interação com outros organismos, além da defesa direta das plantas contra herbívoros ou indireta por meio da atração de inimigos naturais que é uma das mais importantes (Franz & Novak 2010, Nascimento & Fett-Neto 2010).

Alguns aspectos importantes chamam a atenção para o uso dos produtos derivados de óleos essenciais na agricultura, como a baixa toxicidade aos mamíferos (Isman 2000); de forma geral, esses produtos são mais rapidamente degradados no ambiente do que os produtos sintéticos e alguns podem ser seletivos, característica que favorece os organismos benéficos.

Os óleos essenciais usados como inseticidas e acaricidas tem a função de proteger as culturas agrícolas contra o ataque de ácaros e insetos-pragas, com vantagem de serem naturais e geralmente as plantas utilizadas para sua extração podem ser facilmente encontradas na região; apresentam inúmeras atividades e diminuem os riscos do desenvolvimento de resistência. Alguns exemplos são as plantas das famílias Rutaceae e Myrtaceae que são plantas ricas em metabólitos secundários (Figueiredo *et al.* 2008).

Os óleos essenciais podem ser obtidos de toda a planta ou de partes dela, como as folhas (hortelã, alecrim, orégano e eucalipto), flores (jasmim, rosa, violeta e lavanda), raízes e rizomas (gingibre), cascas e ramos (canela, cânfora, laranja), frutos e sementes (laranja, limão, pimenta, noz-moscada). Dependendo da parte utilizada, a composição do óleo essencial pode variar (Fornari *et al.* 2012). A extração dos óleos essenciais pode ser realizada por diferentes métodos, como prensagem a frio, extração com solventes voláteis, arraste por vapor d'água e CO₂ supercrítico (Simões & Spitzer 1999).

Substâncias provenientes do metabolismo secundários das plantas pode ser uma alternativa para a formulação de novos produtos naturais para o controle de pragas tanto em cultivos protegidos com em culturas no campo. Esse tipo de produto, geralmente, proporcionam diversos efeitos sobre ovos, larvas e adultos, podendo atuar por contato, ingestão e fumigação. Por outro lado é muito importante que sejam avaliados os efeitos desses produtos sobre os inimigos naturais, uma vez que já são comprovadas o efeito desses produtos sobre ácaros fitófagos (Miresmailli & Isman 2006).

Os terpenos constituem a grande maioria dos compostos químicos presente nos óleos essenciais, principalmente os monoterpenos (mais de 80% do óleo essencial) e os sesquiterpenos. Os terpenóides apresentam uma grande variedade de funções químicas orgânicas, tais como aldeídos, álcoois, fenóis, cetonas, ésteres, ácidos, éteres etc (Fornari *et al.* 2012).

Diferentes tipos de produtos naturais, inclusive os óleos essenciais, já apresentaram registro de características como alta eficiência, assim como possível seletividade a insetos. É relevante ressaltar que a resistências de insetos aos óleos essenciais é bem reduzido, esse fato se dá devido a alta complexidade da mistura dos diferentes constituintes químicos presentes nos óleos essenciais, que provavelmente, podem atuar em diversos modos de ação (Alkofahi *et al.* 1989).

A utilização de produtos seletivos no manejo de pragas contribui para a conservação e o aumento da população de ácaros predadores nativos, sendo os ácaros da família fitoseídeos considerados os mais eficientes no controle dos ácaros tetraniquídeos (McMurtry & Croft 1997), tornando assim a exploração agrícola menos dispendiosa pela diminuição no número de aplicações de agrotóxico. Diante deste fato a busca por produtos menos tóxicos aos inimigos naturais (Silva *et al.* 2006).

O trabalho constou dos seguintes objetivos:

1. Determinar o potencial acaricida de óleos essenciais sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* e seu predador *Neoseiulus californicus*; Os óleos utilizados no trabalho Limão taiti (*Citrus aurantifolia*), Limão siciliano (*Citrus limon*), Laranja mimo (*Citrus sinensis* var. mimo), Alecrim Pimenta (*Lippia sidoides*), *Croton rhamnifolioides*, *Piper divaricatum*, *Croton grewioides* e Azadiractina A/B (Azamax® 12 CE – 1%) como controle positivo o inseticida/acaricida botânico registrado pelo MAPA para a agricultura orgânica desde 2010 e uma testemunha com água e DMSO (0,5%) para cada óleo estudado.

2. Investigar o efeito ovicida dos óleos essenciais sobre os ovos de *Tetranychus urticae*;
3. Investigar o potencial inseticida dos óleos essenciais sobre o pulgão da couve *Lipaphis pseudobrassicae* e seu inimigo natural o parasitoide *Aphidius sp*;
4. Avaliar os óleos essenciais quanto à atividade repelente para *Lipaphis pseudobrassicae* através do teste com chance de escolha;
5. Avaliar o efeito dos óleos essenciais sobre a taxa instantânea de crescimento populacional do pulgão da couve *Lipaphis pseudobrassicae*.

Literatura Citada

- Alves, S.B. 1998.** Fungos entomopatogênicos, p. 289-381. In S.B. Alves (ed.), Controle microbiano de insetos. 2ª ed. Piracicaba, FEALQ, 1163p.
- Alkofahi, A., J.K. Rupprecht, J.E. Anderson, J.L. McLaughlin, K.L. Mikolajczak, & B.A. Scott. 1989.** Search for new pesticides from higher plants, p. 25-43. In J.T. Arnason, B.J.R. Philogene & P. Morand (eds.), Insecticides of plant origin. Washington, DC, Am. Chem. Soc., 224p.
- Azevedo, F. R., J. A. Guimarães, A. A. F. Simplicio & H. R. Santos. 2010.** Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri cearense. Arq. Inst. Biol. 77: 33-41.
- Blackman, R.J. & V.F. Eastop. 2007.** Taxonomic issues, p. 1-30. In: Van Emden, H.F. & R. Harrington. (eds.) Aphids as Crop Pests. London, CABI Publishing, 717p.
- Blackman, R.L. & V.F. Eastop. 2000.** Aphids on the world's crops: an identification guide. Chichester, John Wiley & Sons, 466p.
- Borges, M., M.C.B. Moraes & R. Laumann. 2004.** Armadilha contra os percevejos. Rev. Cultivar. 118: 12-14.
- Borner, C., F.A. Schilder. 1932.** Aphidoidea Blattlause. Sorauer Handbook Pfl. Krankh. 4: 551-715.
- Carver, M. 1988.** Biological control of aphids, p.141-165. In. Minks, A.K. & P. Harrewijn (eds.), Aphids: their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier, 450p.
- Cassal, V.B., L.F. Azevedo, R.P. Ferreira, D.G. Silva & R.S. Simão. 2014.** Agrotóxicos: uma revisão de suas consequências para a saúde pública. REGET/UFMS 18: 437-445.

- Cividanes, F.J. & V.P. Souza. 2004.** Distribuição vertical de pulgões (Hemiptera: Aphididae) em couve. Arq. Inst. Biol. 71: 1-7.
- Conab 2016.** 9º Levantamento – Safra 2015/16, tabela n 57, p.150. Disponível em:http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_16_49_15_boletim_graos_junho__2016_-_final.pdf. Acesso: 07/01/2017.
- Moraes, J.G. 1985.** Ácaros e insetos associados a algumas culturas irrigadas do Submédio São Francisco. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (Circular técnica no., 4), 31p.
- Fadini, M.A.M., A. Pallini & M. Venzon. 2004.** Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. Ciênc. Rural 34: 1271-1277.
- Feng, M.G., J.B. Johnson & L.P. Kish. 1990.** Virulence of *Verticillium lecanii* and aphid derived isolate of *Beauveria bassiana* (Fungi: Hyphomycetes) for species of cereal infesting aphids (Homoptera; Aphididae). Environ. Entomol. 19: 815-820.
- Ferreira, S.E. 2013.** Causa da resistência de *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis, 1914) (Hemiptera: Aphididae) ao parasitoide *Diaeretiella rapae* (McIntosh, 1855) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) e sua influência sobre o parasitismo de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776). Dissertação de Mestrado, UFMG, Uberlândia, 72p.
- Figueiredo, A. C., J. G. Barroso, L. G. Pedro & J. J. C. Scheffer. 2008.** Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. Flavour Fragr. J. 23: 213-226.
- Filgueira, F. A. R. 2003.** Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ª ed. Viçosa, Editora UFV, 422p.
- Flechtmann, C.D.W. 1985.** Ácaros de importância agrícola. 6ª ed. São Paulo, Editora Nobel, 189p.
- Fornari, T., G. Vicente, E. Vázquez, M. R. García-Risco & G. Reglero. 2012.** Isolation of essential oil from different plants and herbs by supercritical fluid extraction. J. Chromatogr. A. 1250: 34-48.
- Franz, C. & J. Novak. 2010.** Sources of essential oils, p. 39-81. In K.H.C. Başer & G. Buchbauer (eds.), Handbook of essential oils: science, technology, and applications. London, CRC Press, 994p.
- Gerson, U. & P.G. Weintraub. 2012.** Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. Annu. Rev. Entomol. 57: 229-47.
- Grbic, M., T.V. Leeuwen, R.M. Clark, S. Rombauts, P. Rouze, V. Grbic, E.J. Osborne, W. Dermauw, P.C.T. Ngoc, F. Ortego, P. Hernández-Crespo, I. Diaz, M. Martinez, M. Navajas, E. Sucena, S. Magalhães, L. Nagy, R.M. Pace, S. Djuranovic, G. Smagghe, M. Iga, O. Christiaens, J.A. Veenstra, J. Ewer, R.M. Villalobos, J.L. Hutter, S.D. Hudson,**

- M. Velez, S.V. Yi, J. Zeng, A. P. da Silva, F. Roch, M. Cazaux, M. Navarro, V. Zhurov, G. Acevedo, A. Bjelica, J.A. Fawcett, E. Bonnet, C. Martens, G. Baele, L. Wissler, A. Sanchez-Rodriguez, L. Tirry, C. Blais, K. Demeestere, S.R. Henz, T.R. Gregory, J. Mathieu, L. Verdon, L. Farinelli, J. Schmutz, E. Lindquist, R. Feyereisen & Y.V. de Peer. 2011.** The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature* 479: 487-492.
- Kageyama, A.A., S.M.P.P. Bergamasco, J.T.A. Oliveira. 2013.** Uma tipologia dos estabelecimentos agropecuários do Brasil a partir do Censo de 2006. *Rev. Econ. Sociol. Rural* 51:105-122.
- Hoy, M.A. 2011.** Agricultural acarology: Introduction to integrated mite management. Boca Raton, CRC Press, 410p.
- Hubaide, J.E.A. 2011.** Distribuição na planta, fatores climáticos e parasitismo na dinâmica populacional de pulgões (Hemiptera: Aphididae) em couve. Dissertação de Mestrado, UFU Uberlândia, 52p.
- IBGE 2016.** Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/>>. Acesso em: 05 abr. 2017.
- Isikber, A.A. & M.J.W. Copland. 2002.** Effects of various aphid foods on *Cyclonedasanguinea*. *Entomol. Exp. Appl.* 102: 93-97.
- Isman, M.B. 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* 19: 603-608.
- Liu, T. X. & A. N. Sparks Jr. 2011.** Aphids on cruciferous crops identification and management, 12p. Disponível em: <<http://galveston.agrilife.org/files/2012/03/Aphids-on-Cruciferous-Crops-Publ.-B-6109.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2015.
- Merlino, T. 2009.** O veneno no pão nosso de cada dia. Em: Rede Brasileira Contra os Agrotóxicos Revista Caros Amigos. Disponível em: <<http://carosamigos.terra.com.br/>>. Acesso em: 23 dez. 2013.
- McMurtry, J.A. & B.A. Croft. 1997.** Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 42: 291-321.
- Millezi A.F., N.N. Baptista, D.S. Caixeta, D.F. Rossoni, M.G. Cardoso & R.H. Piccoli. 2013.** Caracterização e atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas condimentares e medicinais contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. *Rev. Bras. Plantas Med.* 15: 373-379.
- Miresmailli, S. & M.B. Isman. 2006.** Efficacy and persistence of Rosemary oil as acaricide against twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. *J. Econ. Entomol.* 99: 2015-2023.

- Morgan, E.D. 2004.** The place of neem among modern natural pesticides, p. 21-32. In O. Koul & S. Wahab (eds.), *Neem: Today and in the new millennium*. New York, Kluwer Academic Publishers, 261p.
- Nascimento, N.C. & A.G. Fett-Neto. 2010.** Plant secondary metabolism and challenges in modifying its operation: an overview, p. 1-13. In A.G. Fett-Neto (ed.), *Plant secondary metabolism engineering: methods and applications*. New York, Humana Press, 340p.
- Nerio, L.S., J. Olivero-Verbel & E. Stashenko. 2010.** Repellent activity of essential oils: a review. *Bios. Technol.* 101: 372-378.
- Notícias Agrícolas 2017.** Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/185861-agrofalacias-1-agricultura-familiar-vs-agronegocio-por-marcos-sawaya-jank.html#.WlSCFUrLIU>>. Acesso em: 22 jan.2017.
- Peña-Martínez, R.1992.** Afidos Como Vectores de Vírus en México. Montecillo, Centro de Fitopatología, 135p.
- Reetz, E. R., Kist, B. B., Santos, C. E., Carvalho, C., Marluci, D. 2014.** Anuário Brasileiro de Hortaliças. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 88 p.
- Regnault-Roger, C., C. Vicent & J.T. Arnason. 2012.** Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annu. Rev. Entomol.* 57: 405-424.
- Resende, A.L.S., E.E. Silva, V.B.Silva, R.L.D. Ribeiro, J.G.M. Guerra & E.L. Aguiar-Menezes. 2006.** Primeiro Registro de *Lipaphis pseudobrassicae* Davis (Hemiptera: Aphididae) e sua Associação com Insetos Predadores, Parasitóides e Formigas em Couve (Cruciferae) no Brasil. *Nota científica. Neotrop. Entomol.* 35: 551-555.
- Roel, A.R. 2001.** Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. *Rev. Int. Desenvol. Local* 1: 43-50.
- Silva, C. P., Garcia, K. G. V., Silva, R. M., Oliveira, L. A. A., Tosta, M. S. 2012.** Desenvolvimento inicial de mudas de couve-folha em função do uso de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*). *Rev. Ver. de Agroec. e Desenv. Sust. Mossoró* 6: 7-11.
- Silva, F.R., G.J.N. Vasconcelos, M.G.C. Gondim Junior & J.V. Oliveira. 2006.** Toxicidade de acaricidas para ovos e fêmeas adultas de *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae). *Caatinga* 19: 294-303.
- Simões, C. M. O. & V. Spitzer. 1999.** Óleos essenciais. p. 387-415. In C.M.O. Simões, E.P. Schenckel, G. Gosmann; J.C.P. Mello, L.A. Mentz & P.R. Petrovick. *Farmacognosia - da planta ao medicamento*, Porto Alegre, Editora Artmed, 821p.

- Starý, P., M. Sampaio & V.H.P. Bueno. 2007.** Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 51: 107-118.
- Venzon, M., M.C. Rosado, A. Pallini, A. Fialho & C.J. Pereira. 2007.** Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopisconnexa*. *Pesqu. Agropec. Bras.* 42: 627-631.
- Völkl, W., M. Mackauer, J.K. Pell & J. Brodeur. 2007.** Predators, parasitoids and pathogens, p. 187-233. In H. van Emden & R. Harrington (eds.), *Aphids as crop pests*. Wallingford, CAB International, 745p.
- Wink, M. 2006.** Importance of plant secondary metabolites for protection against insects and microbial infections, p. 251-268. In M. Rai & M.C. Carpinella (eds.), *Naturally occurring bioactive compounds*. Oxford, Elsevier, 515p.

CAPÍTULO 2

TOXICIDADE E EFEITO OVICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE *Tetranychus urticae*
KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) E SELETIVIDADE SOBRE O ÁCARO PREDADOR
Neoseiulus californicus (MCGREGOR)
(ACARI: PHYTOSEIIDAE)¹

MAURICÉA F. SANTANA² & CLÁUDIO A.G. CÂMARA³

²Departamento de Agronomia – Entomologia Agrícola, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n,
52171-900 Recife, PE.

³Departamento de Química – Produtos Naturais, Rua Dom Manoel de Medeiros,
s/n, 52171-900 Recife, PE.

¹Santana, M.F., C.A.G. Câmara. Toxicidade e Efeito ovicida de Óleos Essenciais sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e Seletividade sobre o ácaro predador *Neoseiulus californicus* (Mcgregor) (Acari: Phytoseiidae). A ser submetido à Experimental and Applied Acarology.

RESUMO - A família Tetranychidae, é constituída por diversos ácaros que são considerados pragas, porém o mais importante é *Tetranychus urticae* Koch, por atacar diversas plantas de importância agrícola. A principal forma de controle para esse ácaro é o uso de acaricidas químicos, que deixam seus resíduos no meio ambiente, contaminando rios, lagos e lençóis freáticos, além de também poder contaminar pessoas envolvidas no processo de aplicação. Diante deste fato, o objetivo desse trabalho foi avaliar a toxicidade e efeito ovicida dos óleos essenciais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* e seu predador *Neoseiulus californicus*. A toxicidade dos óleos para fêmeas do ácaro rajado decresceram seguindo a ordem: *Lippia sidoides* > *Piper divaricatum* > *Citrus sinensis* > *Citrus limon* > *Croton rhamnifolioides* > *Citrus aurantifolia* > *Croton grewioides* > Azamax. As CL₅₀ dos óleos para efeito ovicida foram de 5,26; 6,66; 7,56; 7,80; 8,08; 8,74; 9,11 e 15,54 µL/mL para *Lippia sidoides*, *Piper divaricatum*, *Citrus sinensis*, *Croton rhamnifolioides*, *Citrus aurantifolia*, *Citrus limon*, *Croton grewioides* e Azamax respectivamente. As CL₅₀ para *N. californicus* foram mais altas quando comparadas às de *T. urticae*, variando de 39,13 µL/mL (*Lippia sidoides*) a 163,30 µL/mL (*Croton grewioides*), essa forma os óleos se mostraram eficiente no controle da praga. Sendo *Croton grewioides* (163,30 µL/mL) e *C. sinensis* (143,54 µL/mL) menos tóxico para o ácaro predador.

PALAVRAS-CHAVE: Ácaro rajado, predador, inseticidas naturais, bioatividade

TOXICITY AND OVICIDE EFFECT OF ESSENTIAL OILS ON *Tetranychus urticae* KOCH
(ACARI: TETRANYCHIDAE) AND SELECTIVITY ON PREDATORY MITE *Neoseiulus*
californicus (MCGREGOR) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) ¹

ABSTRACT – The Tetranychidae family consists of several mites that are considered pests, but the most important is *Tetranychus urticae* Koch, for attacking several plants of agricultural importance. The main form of control for this mite is the use of chemical acaricides, which leave their residues in the environment, contaminated rivers, lakes and water tables, and also contaminate people involved in the application process. The objective of this study was to evaluate the toxicity and ovicidal effect of essential oils on *Tetranychus urticae* and *Neoseiulus californicus* predators. The toxicity of the oils to females of the split mite decreased following the order: *Lippia sidoides* > *Piper divaricatum* > *Citrus sinensis* > *Citrus limon* > *Croton rhamnifolioides* > *Citrus aurantifolia* > *Croton grewoides* > Azamax. The LC50 of the ovicidal oils were 5.26; 6.66; 7.56; 7.80; 8.08; 8.74; 9.11 and 15.54 $\mu\text{L}/\text{mL}$ for *Lippia sidoides*, *Piper divaricatum*, *Citrus sinensis*, *Croton rhamnifolioides*, *Citrus aurantifolia*, *Citrus limon*, *Croton grewoides* and Azamax respectively. The CL50 for *N. californicus* were higher when compared to *T. urticae*, ranging from 39.13 $\mu\text{L}/\text{mL}$ (*Lippia sidoides*) to 163.30 $\mu\text{L}/\text{mL}$ (*Croton grewoides*), in this way the oils were efficient in the control of the plague. *Croton grewoides* (163.30 $\mu\text{L} / \text{mL}$) and *C. sinensis* (143.54 $\mu\text{L}/\text{mL}$) were less toxic to the predatory mite.

KEY WORDS: Brindley mite, predator, natural insecticides, bioactivity

Introdução

A família Tetranychidae, é constituída por diversos ácaros que são considerados pragas, porém o mais importante é *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), vulgarmente conhecido por ácaro rajado (Alzoubi & Cobanoglu 2008). O registro do ataque do ácaro rajado no Nordeste Brasileiro vem causando graves prejuízos aos agricultores, por atacar diversas culturas de importância agrícola e ornamental, como por exemplo, algodão orgânico, uva, milho e as flores de corte, diante deste fato o manejo integrado do *T. urticae* é fundamental para o controle desta praga (Gerson & Weintraub 2012).

O status de praga advém do seu tipo de alimentação, o ácaro rajado, introduz os estiletos no tecido vegetal, sugando o conteúdo celular extravasado (Moraes & Flechtmann 2008). As injúrias mais conhecidas causadas pelo ácaro são manchas cloróticas nas folhas, que reduzem a fotossíntese (Steinkraus *et al.* 2003). Em seguida, estas folhas necrosam, secam e caem, reduzindo o crescimento vegetativo da planta e conseqüentemente a produção (Fiedler 2012).

A principal forma de controle do ácaro rajado é o uso de acaricidas químicos, que deixam seus resíduos no meio ambiente e acarreta diversos problemas secundários. Atualmente, outra forma de controle que vem ganhando espaço é o controle biológico, que pode ser associado ao controle químico no manejo dessa praga.

Ao serem aplicados os inseticidas atingem tanto os ácaros pragas como os predadores, reduzindo a eficiência do controle exercido por este, repelindo-o da planta atacada ou sendo letal reduzido sua população (Foerster 2002).

O controle biológico do ácaro rajado no Brasil é feito por dois ácaros predadores da família Phytoseiidae, são eles: *Neoseiulus californicus* (McGregor) e o *Phytoseiulus macropilis* (Banks), ambos são criados e comercializados pela “PROMIP” uma empresa brasileira que trabalha na área

de controle biológico e utiliza esses ácaros para o controle do ácaro rajado em culturas como maçã, morango, pêssego, crisântemo e gérbera (Collier *et al.* 2001, Sato *et al.* 2007b).

Segundo Santos (1999) o uso de um mesmo acaricida químico por diversas vezes com dose elevadas podem ocasionar o desenvolvimento de resistência, causando também a contaminação do ambiente e eliminação de inimigos naturais.

Com o aumento dos problemas relacionados ao uso intensivo de inseticidas/ acaricidas químicos e com a nova exigência da população mundial por produtos livres de agrotóxicos, como já acontece no cultivo orgânico, vem se buscando uma alternativa para minimizar o uso desses produtos. Os inseticidas/acaricidas botânicos, vem surgindo como uma alternativa promissora para controle de diversas pragas (Wanderley Junior *et al.* 2009).

O uso de acaricidas seletivo para o controle de *T. urticae* tem sido estudado especialmente para viabilizar o uso de ácaros predadores. Contudo, uma das fases mais vulneráveis de desenvolvimento de artrópodes é a fase de ovo. Substâncias que atuem sobre os ovos de predadores provocam um sério impacto na dinâmica populacional, o que pode exigir aplicações mais frequentes da soltura do predador e inseticidas seletivos para ovos devem reduzir significativamente os custos.

Assim, o presente trabalho teve como objetivos, avaliar a toxicidade e efeito ovicida dos óleos essenciais sobre fêmeas de *T. urticae* e seu predador *N. californicus*.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Investigação Química de Inseticidas Naturais (LABQIN) do Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com registro diário de temperatura, umidade relativa e fotofase de 12 h. **Criação de *Tetranychus urticae*.** A população de *T. urticae* foi adquirida do Laboratório de Acarologia Agrícola da UFRPE. A criação foi estabelecida sobre plantas de feijão-de-porco,

(*Canavalia ensiformes* L.) cultivadas em vasos com capacidade de 5L contendo terra misturada com húmus (3:1). No LABIQIN da UFRPE, para manutenção da criação, plantas com 25 dias de idade foram infestadas com ovos, larvas, ninfas e adultos do ácaro rajado. A criação estoque não foi exposta aos acaricidas e mantida sob a temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 65 ± 5 % e fotofase de 12 horas.

Criação de *Neoseiulus californicus*. A população do ácaro predador *N. californicus*, oriunda do Município de Bonito, Pernambuco, foi obtida do Laboratório de Acarologia Agrícola da UFRPE. A criação do ácaro predador foi adaptada da metodologia estabelecida por Monteiro (2002). Os ácaros foram criados em arenas plásticas mantidas em B.O.D. sob temperatura média de $27^{\circ} \pm 1$ °C e fotofase de 12 horas. Cada arena foi confeccionada com um disco de espuma de polietileno umedecido com água destilada. Um disco de papel de filtro foi colocado sobre uma espuma onde foi mantida uma folha de *C. ensiformes* (feijão-de-porco) com a margem circundada por algodão umedecido para evitar a fuga dos ácaros. A fim de estimular a oviposição foram colocadas fibras de algodão sobre as folhas de feijão-de-porco. A cada dois dias foram oferecidos como alimento *T. urticae* e pólen de mamona *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae). A criação estoque não foi exposta aos acaricidas.

Óleos Essências e Controle Positivo Utilizado. Os produtos utilizados no trabalho foram óleos essenciais de Limão taiti (*Citrus aurantifolia*), Limão siciliano (*Citrus limon*), Laranja mimoso (*Citrus sinensis* var. mimoso), Alecrim Pimenta (*Lippia sidoides*), *Croton rhamnifolioides*, *Piper divaricatum*, *Croton grewiioides* e Azadiractina A/B (Azamax[®] 12 CE – 1%) como controle positivo, sendo este inseticida/acaricida botânico registrado pelo MAPA para a agricultura orgânica desde 2010. Como tratamento testemunha utilizou-se água e DMSO (0,5%) para cada produto estudado.

Teste de Fitotoxicidade dos Óleos Essenciais e Azamax. Com o objetivo de testar a fitotoxicidade dos óleos essenciais das espécies estudadas e do Aamax, realizaram-se testes preliminares para identificação das concentrações fitotóxicas. A metodologia foi adaptada de Torres *et al.* (2006), na qual discos de folha feijão de porco de 5,0cm de diâmetro foram imersos nas soluções preparadas com óleo essencial puro diluído em água destilada por 10 segundos e postos para secar em temperatura ambiente. Após 48 h, avaliaram-se os níveis dos índices do fitotoxicidade em cada disco de folha.

Esta avaliação foi realizada por meio do programa AFSoft da EMBRAPA (Silva & Jorge 2009) que realiza análises em lotes de imagens para classificar os padrões encontrados nas folhas, tomando por base as plantas sem aplicação do formulado, sendo posteriormente, atribuídas os critérios da Escala de Fitotoxicidade de Alvez *et al.* (1974) (modificada, sendo 0,00-4,90%=Pequena; 5,00-14,99%=Leve; 15,00-29,99%=Aceitável; 30,00-39,99%=Limite aceitável; >40,00-100,00%=Severo).O índice de fitotoxicidade (IF) foi calculado segundo a fórmula: $IF = AT\% - AS\%$, onde AT% e AS% são as áreas total e sadia nos discos, respectivamente. Para os bioensaios de toxicidade e oviposição testaram-se concentrações que proporcionaram sintomas leves como pequeno amarelecimento.

Toxicidade de Óleos Essenciais e Azamax para Adultas de *Tetranychus urticae*. Para avaliar a toxicidade dos óleos sobre *T. urticae* utilizou-se o método residual recomendado como padrão para testes em laboratório, adaptado de Hassan *et al.* (1994). Discos de folhas de feijão de porco (5,0 cm Ø) foram imersos nas concentrações dos óleos e na testemunha (água destilada + DMSO), sob leve agitação durante cinco segundos, e após 30 minutos de secagem foram infestados com 15 fêmeas adultas de *T. urticae*. Os discos foram mantidos em estufa incubadora à temperatura de 25 ± 1 °C e $70 \pm 10\%$ de umidade relativa. A mortalidade foi avaliada 48 h após a infestação, sendo considerados mortos os ácaros que não se movem, vigorosamente, após um leve toque com pincel

de pêlo fino. Os experimentos individuais foram efetuados no delineamento experimental inteiramente casualizado, contendo oito tratamentos e nove concentrações de cada óleo e testemunha e dez repetições. Foram calculadas as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) para cada óleo, através do programa SAS version 8.02 (SAS Institute 2001). A Razão de Toxicidade (RT) foi calculada através da seguinte fórmula: $RT = \text{maior CL}_{50} \text{ e CL}_{90} \text{ dos óleos} / \text{menor CL}_{50} \text{ e CL}_{90} \text{ dos demais, individualmente.}$

Toxicidade de Óleos para Ovos de *Tetranychus urticae*. Discos de folhas de feijão de porco (5,0 cm Ø) foram infestados com 12 fêmeas adultas de *T. urticae*, as quais foram mantidas por 24 h para efetuarem oviposição. Em seguida, foram separados 50 ovos em cada disco, os quais foram imersos nas concentrações de cada óleo e na testemunha (água destilada), segundo a metodologia utilizada para as fêmeas adultas. Os discos de folhas foram secos por 30 minutos à temperatura ambiente. Os discos foram dispostos sobre papel de filtro, sobrepostos numa esponja saturada em água, no interior de bandejas plásticas, e mantidos em estufa incubadora, à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ de umidade relativa. A viabilidade de ovos foi avaliada após 24h da aplicação dos óleos, mediante contagem do número de larvas eclodidas. Os experimentos individuais foram efetuados no delineamento experimental inteiramente casualizado, tendo como tratamentos nove concentrações de cada óleo e a testemunha e dez repetições. Foram calculadas as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) para cada óleo, através do programa SAS version 8.02 (SAS Institute 2001), bem como a Razão de Toxicidade dos óleos.

Toxicidade e Efeitos de óleos essenciais e Azamax sobre Fêmeas de *Neoseiulus californicus*.

Para avaliar a toxicidade dos óleos sobre *N. californicus* utilizou-se o método residual recomendado como padrão para testes em laboratório, adaptado de Hassan *et al.* (1994). Os discos de 8,0 cm Ø foram dispostos sobre papel de filtro, sobrepostos numa esponja saturada em água, no interior de bandejas plásticas, porém os discos foram circundados por algodão hidrófilo para evitar a fuga dos

ácaros predadores e mantido em estufa incubadora, à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12h.

Em cada disco foram colocadas 50 fêmeas adultas de *T. urticae* durante 24h, para efetuarem a oviposição, após esse período as fêmeas de *T. urticae* foram retiradas, permanecendo, os ovos (em torno de 300), teias e excrementos. Os discos foram imersos nas concentrações dos óleos e na testemunha (água destilada) e postos para secar, durante 30 minutos à temperatura ambiente, cada disco foi infestado com 15 fêmeas adultas do predador.

A mortalidade foi avaliada 48h após a infestação dos ácaros predadores e sua alimentação com os ovos contaminados, sendo considerados mortos os ácaros que não se moviam, vigorosamente, após um leve toque com pincel de pêlo fino. Os experimentos individuais foram efetuados no delineamento experimental inteiramente casualizado, tendo oito tratamentos e nove concentrações de cada óleo, testemunha e dez repetições. Foram calculadas as concentrações letais (CL_{50}) para cada óleo, através do programa SAS version 8.02 (SAS Institute 2001). As Razões de Toxidade (RT) foram calculadas, através da seguinte fórmula: $RT = \text{maior } CL_{50} \text{ dos óleos} / \text{menor } CL_{50} \text{ dos demais}$, individualmente.

Resultados e Discussão

Teste de Fitotoxicidade dos Óleos Essenciais. Nos testes realizados para avaliação da fitotoxicidade com os óleos essenciais em folhas de feijão de porco, observou-se como principal sintoma o amarelecimento nas bordas da folha, onde ocorreu o ferimento ocasionado na confecção dos discos, esse fato pode ter ocorrido pela característica do material vegetal que apresenta uma textura foliar mais rígida quando comparada com outras espécies vegetais.

As concentrações dos óleos utilizados variaram de $0,41 \mu\text{L/mL}$ a $270\mu\text{L/mL}$, sendo que as concentrações mais baixas não causaram fitotoxicidade às folhas. Já para as concentrações mais altas,

acima de 160 μ L/mL para os óleos de laranja mimo (*Citrus sinensis*), limão siciliano (*Citrus limon*), *Croton rhamnifolioides*, *Croton grewoides* e Alecrim Pimenta (*Lippia sidoides*) apresentaram fitotoxicidade deixando as bordas das folhas amareladas, mas não afetaram o desenvolvimento dos experimentos. Para a testemunha com água e DMSO (0,5%) não foi observado fitotoxicidade nos discos de folhas.

Segundo Carvalho *et al.* (2009) a fitotoxidez ocorre quando a tolerância da planta sobre estresse é atingido, caracterizando-se por lesões irreversíveis, resultante da tentativa natural da planta de desintoxicar as células a uma determinada molécula. O uso de óleos essenciais necessita cuidado, tendo em vista que, os produtos que apresentam alta eficácia, podem vir ser, mais fitotóxicos para as plantas cultivadas (Isman 2000).

Toxicidade de Óleos Essenciais para Fêmeas Adultas de *Tetranychus urticae*. De acordo com De acordo com as CL₅₀, e os intervalos de confianças os óleos testados foram divididos em 04 grupos: o grupo 1- Alecrim pimenta; grupo 2- *Piper divaricatum*, Laranja mimo, Limão siciliano e *Croton rhamnifolioides*; grupo 3- Limão taiti e *Croton grewoides* e grupo 4- Azamax. As razões de toxicidade variaram entre 1,99 e 10,74, respectivamente, para *C. grewoides* e Alecrim pimenta. Os óleos de Alecrim pimenta (2,59 μ L/mL) e *Piper divaricatum* (5,78 μ L/mL) foram os óleos mais tóxicos para fêmeas de *T. urticae* por método de imersão do que o Azamax (27,82 μ L/mL) (Tabela 1).

Todos os óleos essenciais utilizados no presente trabalho se mostraram bastantes promissores causando mortalidade para fêmeas do ácaro rajado uma vez que apresentaram desempenho melhor que o Azamax (insetica/acaricida botânico registrado no MAPA), esse fato pode ter ocorrido devido aos seus modos de atuação dos óleos como contato e ingestão, essa toxicidade causadas às fêmeas é importante para o surgimento de novos produtos acaricidas para o controle do *T. urticae* e outros organismos pragas, uma vez que já são bastante conhecidas as

vantagens dos produtos naturais em comparação aos sintéticos, além desses produtos poderem ser usados na agricultura orgânica. Born (2012), avaliando os óleos de tomilho, alecrim e tangerina cravo sobre *T. urticae*, observou que estes foram tóxicos, promovendo médias de mortalidades de 98,5%; 95,0% e 95,0% nas concentrações de 0,32; 0,60 e 0,36 $\mu\text{L/L}$ de ar, respectivamente.

Miresmailli *et al.* (2006) observando o efeito do óleo de alecrim sobre fêmeas *T. urticae*, perceberam que não houve diferença significativa para as CL_{50} obtidas (10,0 e 13,0 mL/L) para fêmeas criadas em feijão e tomate. Já a mortalidade dos ácaros chegou a 100%, nas concentrações de 20,0 e 40,0 mL/L criadas em feijão e tomate, respectivamente. Outro resultado importante também obtido no mesmo trabalho foi o efeito repelente do óleo de alecrim a 1% para fêmeas de *T. urticae*, em plantas de tomate até 48 horas após a aplicação. No presente trabalho, o óleo de alecrim pimenta foi o mais tóxico para *T. urticae*.

Araújo *et al.* (2010) registaram atividade repelente e toxicidade fumigante de duas espécies de Citrus sobre fêmeas adultas de *T. urticae*. O óleo de *C. sinensis* var. mimo apresentou a melhor ação repelente a 2,0%, nesse mesmo trabalho o óleo de lima-da-pérsia foi o mais tóxico, seguido de laranja mimo (1,63 e 2,22 $\mu\text{L/L}$ de ar). No presente trabalho, o óleo de laranja mimo apresentou CL_{50} de 6,08 $\mu\text{L/mL}$, confirmando sua importância para o controle de *T. urticae*.

Toxicidade de Óleos para Ovos de *Tetranychus urticae*. As CL_{50} dos óleos, com efeito ovicida foram de 5,26; 6,66; 7,56; 7,80; 8,08; 8,74; 9,11 e 15,54 $\mu\text{L/mL}$ para Alecrim pimenta, *Piper divaricatum*, Laranja mimo, *Croton rhamnifolioides*, Limão taiti, Limão siciliano, *Croton grewoides* e Azamax respectivamente, Alecrim pimenta (2,95) e *Piper divaricatum* (2,33). Em relação a CL_{50} , com exceção de Azamax e *Croton grewoides*, os demais produtos não diferiram em toxicidade para efeito ovicida de acordo com o intervalo de confiança (Tabela 2). Os ovos de *T. urticae* apresentaram uma maior resistência aos óleos testados que as fêmeas desse ácaro, este fato pode ter ocorrido devido à forma de atuação que os óleos exercem sobre os ovos que podem ser o

de bloqueio da respiração dos ovos ou penetrando pela casca e intoxicando os embriões, diferentemente das fêmeas que tiveram acesso aos óleos por duas vias, ingestão e contato com a superfície contaminada.

Born (2012) testando efeito ovicida de óleos essenciais em *T. urticae* relatou que menor a concentração usada para reduzir significativamente o número de ovos postos por fêmeas do ácaro foi promovido por *P. aracouchine* (0,4 µL/L de ar). Os óleos de tomilho, alecrim e tangerina cravo foram cerca de 20,0 vezes mais tóxicos aos ovos de *T. urticae* do que o eugenol, enquanto que o óleo de manjerição foi 10,0 vezes mais tóxico. Enquanto que a maior razão de toxicidade no presente trabalho foi observado em *Piper divaricatum* (2,33) na CL₅₀ de 6,66 µL/mL.

Esteves Filho *et al.*(2013) evidenciou que os produtos naturais usados em concentrações abaixo das recomendações, foram eficientes no controle de ovos de *T. urticae*. Observaram também que Azadiractina A/B e Azadiractina 1% foram mais tóxicos para fêmeas do que para ovos de *T. urticae*, enquanto que os óleos de *J. curcas* (3,71) e *R. communis* (1,3) foram mais tóxicos para os ovos de *T. urticae*. Quando comparamos os resultados encontrados no presente estudo obtivemos que Azamax foi mais tóxicos para ovos de *T. urticae*, enquanto que Alecrim pimenta (10,74; 2,95) e Piper divaricatum (4,81; 2,33) foram mais tóxicos para fêmeas e ovos respectivamente.

Toxicidade e Efeitos de Óleos Essenciais sobre Fêmeas de *Neoseiulus californicus*. As CL₅₀ foram mais altas quando comparadas às de *Tetranychus urticae*, variando de 39,13 µl/mL (Alecrim pimenta) a 163,30 µl/mL (*Croton grewoides*), sendo o Alecrim pimenta o mais tóxico para o ácaro predador com uma razão de toxicidade 4,17 quando comparado a *Croton grewoides*, já Azamax (controle positivo) teve uma razão de toxicidade de 1,56 (Tabela 3).

Estudo de seletividade de óleos essenciais tem sido analisado para vários óleos essenciais de diferentes espécies vegetais. Han *et al.* (2010) verificou o efeito fumigante de dez óleos essenciais sobre *N. californicus*, dentre eles os óleos de *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) foi o

mais seletivo, promovendo uma CL_{50} de 72,60 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$. Comparando este resultado com aqueles encontrados para o ácaro predador no presente estudo por ação residual, os óleos de *Croton grewoides* (163,30 $\mu\text{l}/\text{mL}$) e Laranja mimoso (143,54 $\mu\text{l}/\text{mL}$) foram o mais seletivos, podendo ser associado ao manejo integrado de pragas fazendo o uso de um produto formulado a base dos óleos estudados no presente trabalho e posterior liberação do inimigo natural *N. californicus*.

Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Doutorado concedida e ao amigo Douglas Rafael pela ajuda nos dados estatísticos.

Literatura Citada

- Alvez, A., W.P.H.L.M. Kogan, E.E.S. Helfgott & R. Hansen. 1974.** Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. Rev. ALAM 1: 35-38
- Alzoubi, S. & S. Cobanoglu. 2008.** Toxicity of some pesticides against *Tetranychus urticae* Koch and its predatory mites under laboratory conditions. American-Eurasian J. Agric. Environm. Sci. 3: 30-37.
- Araújo, C.P.Jr., C.A.G. Câmara, I.A. Neves, N.C. Ribeiro, C.A. Gomes, M.M. Moraes & P.S. Botelho. 2010.** Acaricidal activity against *Tetranychus urticae* and chemical composition of peel essential oils of three Citrus species cultivated in NE Brazil. Nat. Prod. Communic. 5: 471-476.
- Born, F. S. 2012.** Atividade de óleos essenciais de plantas das famílias Burseraceae, Lamiaceae, Rutaceae e Verbenaceae em *Tetranychus urticae* Koch e *Neoseiulus californicus* (Mcgregor). Tese de Doutorado, UFRPE, Recife, 101p.
- Carvalho, S.J.P.D., M. Nicolai, R.R. Ferreira, A.V.D.O. Figueira & P.J. Christoffoleti. 2009.** Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. Sci. Agric. 66: 136-142.
- Collier, K.F.S., G.S. Albuquerque, A.E. Eiras, J.L. Blackmer, M.C. Araújo & L.B. Monteiro. 2001.** Estímulos olfativos envolvidos na localização de presas pelo ácaro predador *Neoseiulus*

californicus (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) em macieiras e plantas hospedeiras alternativas. Neotrop. Entomol. 30: 631-639.

Esteves Filho, A.B., J.V. Oliveira, J.B. Torres & C.H.C. Matos. 2013. Toxicidade de espiromesifeno e acaricidas naturais para *Tetranychus urticae* Koch e compatibilidade com *Phytoseiulus macropilis* (Banks). Semina: Ciênc. Agrár. 34: 2675-2686.

Fiedler, Z. 2012. Interaction between beneficial organisms in control of spider mite *Tetranychus urticae* (Koch). J. Pl. Prot. Res. 52: 226-229.

Foerster, L.A. 2002. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides, p. 95-114. In J.R.P. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 609p.

Gerson, U. & P.G. Weintraub. 2012. Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. Annu. Rev. Entomol. 57: 229-47.

Han, J., B. Choi, S. Lee, S.I. Kim & Y. Ahn. 2010. Toxicity of plant essential oils to acaricida susceptible and -resistant *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). J. Econ. Entomol. 103: 1293-1298.

Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, J.N.M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, D. Duso, A. Grover, U. Heimbach, N. Helyer, H. Hokkanen, G.B. Lewis, F. Mansour, L. Moreth, L. Polgar, L. Samsøe-Petersen, B. Salphanor, A. Stäubli, G. Sterk, A. Vainio, M. van de Veire, G. Viggiani & H. Vogt. 1994. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC /WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". Entomophaga 39: 109-119.

Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Prot. 19: 603-608.

Miresmailli, S., R. Bradbury & M.B. Isman. 2006. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. Pest Manage. Sci. 62: 366-371.

Monteiro, L.B. 2002. Criação de ácaros fitófagos e predadores: um caso de produção de *Neoseiulus californicus* por produtores de maçã, p. 351-365. In J.R.P. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 635p.

Moraes, G.J. & C.H.W. Flechtmann. 2008. Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos Editora, 308p.

Santos, W.J. 1999. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro, p. 133-179. In E. Cia, E.C. Freire & W.J. Santos (eds.), Cultura do algodoeiro. Piracicaba, Potafós. 286p.

- Sato, M.E., M.Z. da Silva, M.F.S. Filho, A.L. Matioli & A. Raga. 2007.** Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. *Exp. Appl. Acarol.* 42: 107-120.
- Silva, D. & L. Jorge. 2009.** AFSOFT (r)-Software para análise foliar. São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária.
- SAS Institute. 2001.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Steinkraus, D., J. Zawislak, G. Lorenz, B. Layton, & R. Leonard. 2003.** Spider mites on cotton in the mid-South. Cotton Inc., Arkansas University, 8p.
- Torres, A.L., A.L. Boiça Júnior, C.A.M. Medeiros & R. Barros. 2006.** Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. *Bragantia* 65: 447-457.
- Wanderley Junior, J.S.A., S.N.B. Melchior, F.N. Santos & I.C.S. Santos. 2009.** Sistema de Produção de algodão agroecológico no Agreste Paraibano. *Rev. Bras. Agroecol.* 4: 3010-3013.

Tabela 1. Toxicidade (CL₅₀ e CL₉₀ µL/mL) de óleos essenciais sobre Fêmeas do ácaro rajado *Tetranychus urticae*.

Tratamentos	N	GL	Inclinação (±EP)	CL ₅₀ (IC95%)	CL ₉₀ (IC95%)	RT ₅₀	RT ₉₀	χ ²
<i>Lippia sidoides</i>	1350	6	0,88±0,07	2,59 (1,76 – 3,59)	73,68 (44,07 – 150,70)	10,74	9,89	12,80
Azamax® 12 CE – 1%	1500	8	0,90±0,04	27,82 (23,08 – 33,92)	729 (491 – 1172)	-	-	2,08
<i>Croton grewioides</i>	900	4	1,28±0,10	13,94 (11,83 – 16,64)	182,83 (129,64 – 278,85)	1,99	3,99	3,25
<i>Croton rhamnifolioides</i>	1050	5	1,13±0,085	7,99 (6,36 – 9,66)	80,64 (62,21 – 112,74)	3,48	9,04	9,27
<i>Citrus sinensis</i> var. mimo	1200	6	1,15±0,066	6,08 (4,41 – 8,55)	83,42 (47,95 – 181,58)	4,57	8,74	4,84
<i>Citrus limon</i>	1200	6	1,05±0,06	6,47 (5,46- 7,69)	106,13 (75,42- 161,60)	4,3	6,87	2,81
<i>Citrus aurantifolia</i>	1200	6	0,95±0,060	10,99 (9,12 – 13,36)	246,80 (162,74 – 417,08)	2,53	2,95	5,70
<i>Piper divaricatum</i>	1350	7	1,11±0,06	5,78 (4,93 – 6,76)	82,35 (62,31 – 114,62)	4,81	2,85	10,52

n= número de ácaros usados no teste; GL= grau de liberdade; EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança; RT = razão de toxicidade, χ²= Qui-quadrado.

Tabela 2. Toxicidade (CL₅₀ e CL₉₀ µL/mL) de óleos essenciais sobre Ovos do ácaro rajado *Tetranychus urticae*.

Tratamentos	N	GL	Inclinação (±EP)	CL ₅₀ (IC95%)	CL ₉₀ (IC95%)	RT ₅₀	RT ₉₀	χ ²
<i>Lippia sidoides</i>	1350	7	1,02±0,07	5,26 (3,98 – 6,88)	93,50 (59,70 – 169,82)	2,95	4,03	12,09
Azamax® 12 CE – 1%	1650	9	0,92±0,05	15,54 (11,99 – 20,13)	376,47 (241,01– 659,47)	–	–	15,16
<i>Croton grewoides</i>	1350	7	1,22±0,6	9,11 (7,87 – 10,56)	101,69 (78,97 – 136,81)	1,70	3,70	2,70
<i>Croton rhamnifolioides</i>	1350	7	1,17±0,00,6	7,80 (6,71 – 9,08)	97,04 (74,32 – 132,88)	1,99	3,88	8,65
<i>Citrus sinensis</i> var. mimo	1200	6	0,99±0,06	7,56 (6,33 – 9,07)	145,84 (100,85 – 230,79)	2,05	2,58	9,91
<i>Citrus limon</i>	1350	7	1,23±0,08	8,74 (6,87- 11,15)	95,45 (64,04- 160,49)	1,79	3,94	12,99
<i>Citrus aurantifolia</i>	1200	6	1,04±0,06	8,08 (6,81 – 9,61)	136,20 (96,81 – 207,41)	1,92	2,76	5,47
<i>Piper divaricatum</i>	1350	7	1,20±0,06	6,66 (5,74 – 7,73)	77,76 (60,15 – 105,12)	2,33	4,84	2,48

n= número de ácaros usados no teste; GL= grau de liberdade; EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança; RT = razão de toxicidade, χ²= Qui-quadrado.

Tabela 3. Toxicidade (CL₅₀ e CL₉₀ µL/mL) de óleos essenciais sobre Fêmeas do ácaro predador *Neoseiulus californicus*.

Tratamentos	n	GL	Inclinação (±EP)	CL ₅₀ (IC95%)	CL ₉₀ (IC95%)	RT ₅₀	RT ₉₀	χ ²	ISD
<i>Lippia sidoides</i>	1500	8	0,94±0,05	39,13 (32,94 – 46,88)	888,18 (612,32 – 1394)	4,17	8,65	12,14	15,11
Azamax® 12 CE – 1%	1650	9	0,71±0,04	102,15 (79,55 – 135,47)	6315 (3539 – 12882)	1,56	1,22	4,35	3,70
<i>Croton grewioides</i>	1200	6	1,29±0,14	163,30 (123,98– 242,61)	1596 (811,13– 4966)	-	4,82	10,75	11,71
<i>Croton rhamnifolioides</i>	1050	5	1,12±0,11	75,76 (52,72 – 122,42)	1058 (490,86 – 3673)	2,15	7,27	10,46	9,50
<i>Citrus sinensis</i> var. mimo	1350	7	0,74±0,05	143,54 (109,30 – 199,21)	7688 (3822 – 19354)	1,38	-	7,52	23,61
<i>Citrus limon</i>	1050	5	1,21±0,09	113,28 (94,21- 141,01)	1287 (829,76- 2303)	1,44	5,97	7,43	17,51
<i>Piper divaricatum</i>	1350	7	0,99±0,06	74,96 (62,14 – 92,86)	1442 (912,86 – 2587)	2,18	5,33	11,04	12,97

n= número de ácaros usados no teste; GL= grau de liberdade; EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança; RT = razão de toxicidade, χ²= Qui-quadrado; ISD = índice de seletividade diferencial.

CAPÍTULO 3

TOXICIDADE, REPELÊNCIA, TAXA INSTANTÂNEA E EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE *Lipaphis pseudobrassicae* DAVIS (HEMIPTERA: APHIDIDAE) E SEU INIMIGO NATURAL *Aphidius* sp. (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)¹

MAURICÉA F. SANTANA², CLÁUDIO A.G. CÂMARA³

²Departamento de Agronomia – Entomologia Agrícola, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n,
52171-900 Recife, PE.

³Departamento de Ciências Moleculares – Produtos Naturais, Rua Dom Manoel de Medeiros,
s/n, 52171-900 Recife, PE.

¹Santana, M.F., C.A.G. Câmara. Toxicidade, repelência, taxa instantânea e efeito de óleos essenciais sobre *Lipaphis pseudobrassicae* Davis (Hemiptera: Aphididae) e Seu Inimigo Natural *Aphidius* sp (Hymenoptera: Braconidae)¹. A ser submetido à Crop Protection.

RESUMO - *Lipaphis pseudobrassicae*, é uma praga de importância na cultura da couve, devido a sua alimentação com intensa sucção de seiva causando o amarelecimento da planta e transmitindo vírus. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito inseticida dos óleos sobre o pulgão da couve e seu inimigo natural *Aphidius sp*; avaliar o efeito repelente dos produtos e a taxa instantânea de crescimento populacional do pulgão da couve. Os Óleos testados foram *Citrus aurantifolia*, *Citrus limon*, *Citrus sinensis*, *Lippia sidoides*, *Croton rhamnifolioides*, *Piper divaricatum*, *Croton grewioides*, controle positivo (Azamax) e testemunha água + DMSO (0,5%). Com relação ao pulgão, *Croton grewioides* e *Croton rhamnifolioides* foram os mais tóxicos (CL₅₀). Os óleos foram repelentes nas maiores concentrações em 24 e 48 horas, com exceção de *Citrus sinensis*. Todos os óleos reduziram taxa instantânea de crescimento populacional, sendo *P. divaricatum* (150 µl/mL), *Citrus limon* (120 µl/mL) e Azamax (500 µl/mL) nas maiores concentrações os que mais reduziram em 0,08; 0,08 e 0,09, respectivamente. *P. divaricatum*, *Citrus limon* e *Croton rhamnifolioides* proporcionaram uma redução no número de ninfas de 96,7%, 96,5% e 96,2%, respectivamente. Para o parasitoide na sua fase de desenvolvimento (múmia), os óleos de *Lippia sidoides* (147,67mL/mL), *Citrus aurantifolia* (51,34mL/mL) e *Croton rhamnifolioides* (49,43mL/mL) CL₅₀. Na fase adulta a CL₅₀, foram mais altas quando comparadas ao do *L. pseudobrassicae*, os óleos de *Citrus sinensis* (2,37mL/mL), *Lippia sidoides* (1,97mL/mL) e o controle positivo Azamax (1,14 mL/mL) que foram os óleos menos tóxicos ao parasitoide.

PALAVRAS-CHAVE: Pulgão da couve, inimigo natural, inseticidas naturais, repelência, taxa instantânea de crescimento

TOXICITY, REPELLENCE AND INSTANT RATE OF ESSENTIAL OILS ON *Lipaphis pseudobrassicae* AND ITS EFFECTS ON THE NATURAL ENEMY *Aphidius* sp
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE)

ABSTRACT – *Lipaphis pseudobrassicae*, is a pest of importance in the cabbage crop, due to its feeding with intense sucking of sap causing the yellowing of the plant and transmitting viruses. Thus, the objective of this work was to evaluate the insecticidal effect of the oils on the cabbage aphid and its natural enemy *Aphidius* sp; evaluate the repellent effect of the products and the instant population growth rate of cabbage aphid. The tested oils were *Citrus aurantifolia*, *Citrus limon*, *Citrus sinensis*, *Lippia sidoides*, *Croton rhamnifolioides*, *Piper divaricatum*, *Croton grewoides*, positive control (Azamax) and water control + DMSO (0.5%). Regarding the aphid, *Croton grewoides* and *Croton rhamnifolioides* were the most toxic (LC₅₀). The oils were repellent at the highest concentrations in 24 and 48 hours, except for *Citrus sinensis*. All oils reduced instantaneous population growth rates, with *P. divaricatum* (150 µL/ 20mL), *Citrus limon* (120 µL/20mL) and Azamax (500 µL / 20mL) at the highest concentrations, the ones that reduced the most by 0, 08; 0.08 and 0.09, respectively. *P. divaricatum*, *Citrus limon* and *Croton rhamnifolioides* provided a reduction in the number of nymphs of 96.7%, 96.5% and 96.2%, respectively. For the developmental parasitoid (mummy), the oils of *Lippia sidoides* (147.67 mL/mL), *Citrus aurantifolia* (51.34 mL/mL) and *Croton rhamnifolioides* (49.43 mL/mL) CL₅₀. In the adult phase the CL₅₀, were higher when compared to the *L. pseudobrassicae*, the oils of *Citrus sinensis* (2.97 mL/mL), *Lippia sidoides* (1.97 mL/mL) and the positive control Azamax (1.14 mL/mL) were the least toxic oils to the parasitoid.

KEY WORDS: Brindle mite, predator, natural insecticides, bioactivity

Introdução

Os afídeos (Hemiptera: Aphididae) popularmente conhecidos como pulgões são considerados importantes pragas de hortaliças, devido a sua forma de alimentação com intensa sucção de seiva do floema, acarretando no amarelecimento e encarquilhamento da planta, inoculando toxinas e causando danos indiretos pela transmissão de mais de 10 tipos de vírus fitopatogênicos (Pena-Martinez 1992, Blackman & Eastop 2007). Esses pulgões ao se alimentarem excretam substâncias açucaradas “honeydew” dificultando a respiração e a fotossíntese das plantas, além de favorecer o aparecimento de formigas e fungos (Blackman & Eastop 2000).

Na cultura das brassicas existem algumas espécies de pulgões importantes para cultura, são eles: *Myzus persicae* (Sulzer), um generalista; e *Brevicoryne brassicae* (L.) e *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis 1914), especialistas na família Brassicaceae (Blackman & Eastop 2000). Podemos destacar *Lipaphis pseudobrassicae* que transmite vários vírus fitopatogênicos, destacando-se o anel negro da couve, mosaicos da couve-flor, nabo e rabanete (Pena-Martinez 1992, Blackman & Eastop 2007).

Por se tratar de uma praga amplamente distribuída o controle de *L. pseudobrassicae* é extremamente realizado por inseticidas químicos, de forma inapropriada, ocasionando o desenvolvimento de insetos resistentes, fazendo-se necessário ainda mais aplicações em um pequeno período de tempo, com doses maiores destes produtos (Nerio *et al.* 2010), aumentando os custos de produção, proporcionando ainda problemas à saúde humana, ambiental e entomofauna (Azevedo *et al.* 2010).

Os inimigos naturais com maior eficiência no controle biológico de pulgões são os parasitoides (Carver 1998). Destacando-se as famílias Aphelinidae (Hymenoptera) e Braconidae (Hymenoptera), sendo a subfamília Aphidiinae e mais numerosa no Brasil (Stary *et al.* 2007).

Para identificar as famílias dos parasitoides muitas vezes são usadas as características das múmias (pulgão parasitados) como cor e forma, já que Braconidae induz a formação de múmias de coloração

amarelada e de formato arredondado (Starý 1988) e Aphelinidae múmias negras e com o mesmo formato do hospedeiro (Stary 1988).

Diante da necessidade de buscar uma alternativa para os problemas causados com o uso excessivo dos inseticidas químicos, surgem produtos naturais obtidos de partes de plantas que possam atuar no controle de uma praga alvo, destacando-se os óleos essenciais extraídos de plantas aromáticas e que apresentam propriedades biológicas, inclusive no controle de artrópodes pragas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar, taxa instantânea de crescimento, repelência, toxicidade e efeito dos óleos essenciais sobre o pulgão, *L. pseudobrassicae*, e seu inimigo natural, *Aphidius* sp.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Investigação Química de Inseticidas Naturais (LABQIN) do Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com registro diário de temperatura, umidade relativa e fotofase de 12 h.

Criação de *Lipaphis pseudobrassicae*. A criação do pulgão foi adaptada de Oliveira *et al.* (2010), sendo a criação desenvolvida no Laboratório de Investigação Química de Inseticidas Naturais (LABQIN), em sala climatizada à temperatura de $24 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotofase de 12h. Plantas de couve foram cultivadas em bandejas de isopor (272 x 280 mm e 64 células), contendo o substrato Base Plant® (constituído de casca de pinus, vermiculita, turfa, corretivos de acidez e aditivos, com teor de umidade entre 50 e 55%) e mantidas em gaiolas teladas (1,00 x 1,20 x 0,60m) livres de pragas. As plantas foram mantidas nas gaiolas em laboratório sob lâmpadas fluorescentes “luz do dia” e “Grolux”, durante 12 horas diárias, de forma a permitir a atividade fotossintética. As gaiolas foram divididas em

unidades de germinação e de infestação. Inicialmente, as bandejas foram colocadas nas gaiolas de germinação onde permaneceram por cerca de 20 dias, ou até apresentarem número de folhas de tamanho ideal para serem transplantadas em vaso e posteriormente colocadas na gaiola de infestação onde foram infestadas com os pulgões.

Os plantios foram realizados com intervalos de 20 dias para obtenção de plantas adequadas para a manutenção da criação. Esta teve início com pulgões coletados em plantas de couve no campo da UFRPE e identificados como *Lipaphis pseudobrassicae*, pela Dra. Regina Celia Zonta de Carvalho do Centro de Diagnóstico Marcos Enrietti, Laboratório Oficial da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), sendo posteriormente transferidos para as plantas das gaiolas de infestação. A cada 20 dias, ou quando necessário, as colônias de pulgões foram transferidas para novas plantas. As bandejas e os vasos foram colocados sobre suportes de tubos de PVC a uma altura de aproximadamente 60 cm das lâmpadas, contendo nível de água adequado para a absorção pelas raízes nas bandejas de germinação e os vasos foram irrigados diariamente, e também a umidade do ambiente foi controlada. Potes com água foram mantidos na parte inferior das gaiolas para evitar a infestação de formigas. Os níveis de água das bandejas, potes e a irrigação foram, constantemente, observados e quando necessários completados; sendo feitas periodicamente, observações das colônias de pulgões para prevenir a presença de parasitóides e outras pragas.

Óleos Essenciais e Controle Positivo Utilizados. Os óleos utilizados no trabalho foram Limão taiti (*Citrus aurantifolia*), Limão siciliano (*Citrus limon*), Laranja mimo (*Citrus sinensis* var. mimo), Alecrim Pimenta (*Lippia sidoides*), *Croton rhamnifolioides*, *Piper divaricatum*, *Croton grewiioides* e Azadiractina A/B (Azamax® 12 CE – 1%) como controle positivo o inseticida/acaricida botânico registrado pelo MAPA para a agricultura orgânica desde 2010 e uma testemunha com água e DMSO (0,5%) para cada óleo estudado.

Teste de Fitotoxicidade dos Óleos Essenciais. Com o objetivo de testar a fitotoxicidade dos óleos essenciais das espécies estudadas, realizaram-se testes preliminares para identificação das concentrações fitotóxicas. A metodologia foi adaptada de Torres *et al.* (2006), na qual discos de folha couve manteiga de 5,0cm de diâmetro foram imersos nas soluções preparadas com óleo essencial puro diluído em água destilada por 10 segundos e postos para secar em temperatura ambiente. Após 48 h, avaliaram-se os níveis dos índices do fitotoxicidade em cada disco de folha.

Esta avaliação foi realizada por meio do programa AFSOFT da EMBRAPA (Silva & Jorge 2009) que realiza análises em lotes de imagens para classificar os padrões encontrados nas folhas, tomando por base as plantas sem aplicação do formulado, sendo posteriormente, atribuídas os critérios da Escala de Fitotoxicidade de Alvez *et al.* (1974) (modificada, sendo 0,00-4,90%=Pequena; 5,00-14,99%=Leve; 15,00-29,99%=Aceitável; 30,00-39,99%=Limite aceitável; >40,00-100,00%= Severo).O índice de fitotoxicidade (IF) foi calculado segundo a fórmula: $IF = AT\% - AS\%$, onde AT% e AS% são as áreas total e sadia nos discos, respectivamente. Para os bioensaios de toxicidade, taxa instantanea de crescimento, repelência e seletividade para inimigo natural, testaram-se concentrações que proporcionaram sintomas leves como pequeno amarelecimento.

Toxicidade de Óleos Essenciais para Fêmeas Ápteras de *Lipaphis pseudobrassicae*. Discos de folhas de *Brassica oleracea* var. acephala (5,0 cm Ø) foram imersos nas concentrações dos óleos e na testemunha (água destilada + DMSO), sob leve agitação durante cinco segundos, e após 30 minutos de secagem foram infestados com 15 fêmeas adultas ápteras de *L. pseudobrassicae*. Os discos foram mantidos em estufa incubadora à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ de umidade relativa. A mortalidade foi avaliada 48h após a infestação, sendo considerados mortos os pulgões que não se moviam, vigorosamente, após um leve toque com pincel de pêlo fino. Os experimentos individuais foram efetuados no delineamento experimental inteiramente casualizado, contendo oito tratamentos e nove concentrações de cada óleo e testemunha e dez repetições. Foram calculadas as concentrações

letais (CL₅₀ e CL₉₀) para cada óleo, através do programa SAS version 8.02 (SAS Institute 2001). A Razão de Toxidade (RT) foi calculada através da seguinte fórmula: RT = maior CL₅₀ e CL₉₀ dos óleos / menor CL₅₀ e CL₉₀ dos demais, individualmente.

Repelência de Óleos Essenciais sobre *Lipaphis pseudobrassicae*. Após 30 dias do plantio, aproximadamente, discos de folha de 3,5cm de diâmetro foram preparados e imersos durante 30 segundos nas caldas dos óleos e do inseticida em diferentes concentrações e secos por 30 minutos à temperatura ambiente. Em seguida, os discos foram colocados, dois a dois (tratado e não tratado) separados por uma tira de papel ofício com dimensões de 1,3 x 2,0cm, em placas petri de plástico, contendo solução ágar-água 10%, com tampas contendo abertura de 3cm de diâmetro e no centro cobertas com tecido tipo voil para que ocorresse a troca gasosa. Em seguida foram colocadas quinze fêmeas ápteras de *L. pseudobrassicae* de tamanho uniforme em cada placa, as placas foram fechadas lateralmente com parafilme para evitar a fuga das fêmeas do plugão. Os bioensaios foram conduzidos com a temperatura e umidades relativas registradas diariamente em termohigrógrafo e fotofase de 12h.

Foram realizadas as avaliações nos períodos de 12, 24 e 48 horas sendo realizada a contagem do número de fêmeas e ninfas depositadas em cada disco tratado e não tratado. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições, constituídas por quinze fêmeas ápteras para cada repetição dos óleos essenciais e inseticida. Os resultados foram submetidos à análise de frequência e avaliados pelo teste qui-quadrado (P<0,05). As análises foram feitas através do programa computacional SAS version 8.02 (SAS Institute 2001).

Efeito de Óleos Essenciais sobre a Taxa Instatânea de Crescimento Populacional de Fêmeas do Pulgão *Lipaphis pseudobrassicae*. Após 30 dias do plantio das plantas de couve, aproximadamente, discos de folha de 5,0 cm de diâmetro foram preparados e imersos durante 30 segundos nas caldas dos óleos e do inseticida em diferentes concentrações e secos por 30 minutos à temperatura ambiente. Em seguida, foram colocados em placas-de-petri, contendo meio de cultura ágar-água a 1%, para manter a

turgidez e a qualidade da folha durante o experimento, sendo cada discorde folha infestado com cinco fêmeas adultas ápteras de *L. pseudobrassicae* de tamanho uniforme. As placas foram seladas lateralmente com parafilme e, acondicionadas por 10 dias em câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e fotofase de 12h. Para avaliar o efeito dos inseticidas sobre o crescimento populacional de *L. pseudobrassicae* foi estimada a taxa instatânea de crescimento populacional (r_i), de acordo com a equação:

$$r_i = \ln(N_f / N_o) / \Delta t,$$

Onde N_f é o número final de pulgões (ninfas e adultos); N_o é o número inicial de pulgões transferidos e Δt é a variação do tempo, no caso, de dez dias. (Walthall & Stark 1997). Valor positivo de r_i indica crescimento populacional; $r_i = 0$ significa que a população encontra-se estável; e valor negativo de r_i indica declínio da população até a extinção, quando $N_f = 0$ (Stark & Banks 2003). Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições, os dados foram submetidos à análises de regressão por meio do programa estatístico SAS (SAS Inst. 2001). As retas de regressão foram plotadas, usando-se o Programa Gráfico Sigma Plot (Systat Inc. 2006).

Efeito de Óleos Essenciais sobre o Desenvolvimento do parasitoide *Aphidius sp.* Para avaliar o efeito da toxicidade dos óleos essenciais sobre o inimigo natural foram utilizados múmias do *L. pseudobrassicae* parasitados por *Aphidius sp* coletados em plantas de *Brassica oleracea* var. acephala, mantidas nos canteiros da horta didática da Universidade Federal Rural de Pernambuco, as folhas de couve contendo os pulgões parasitados foram colhidas levadas para o Laboratório de Investigação Química de Inseticidas Naturais (LABQIN) do Departamento de Agronomia onde os pulgões em fase de múmias foram separados em número de 10 por repetição, para cada concentração dos óleos essenciais, em seguida foram pulverizadas com 0,5 mL das caldas inseticidas, com o auxílio de um microatomizador Paasche Airbusch elétrico, acoplado a um compressor, calibrado a uma pressão de 9 Pa e, em seguida, foram secos à temperatura ambiente. Após secos, os pedaços de folhas contendo as

múmias de pulgões foram colocados individualmente em placa de Petri de plástico, com um papel filtro umedecido, as placas foram seladas lateralmente com parafilme e acondicionadas em câmara climatizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 5\%$ UR e fotófase de 12 horas até a emergência dos parasitoides. As avaliações foram realizadas diariamente, até a emergência de adultos, durante um período de 10 dias. Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições, os cálculos das concentrações letais seguiu a metodologia utilizada para o pulgão *L. pseudobrassicae*.

Efeito do Tratamento com Óleos Essenciais sobre Adultos do Parasitoide *Aphidius* sp. Para avaliar o efeito da toxicidade dos óleos essenciais sobre o inimigo natural em sua fase adulta, foram utilizados múmias do pulgão *L. pseudobrassicae* parasitados por *Aphidius* sp coletados em plantas de *Brassica oleracea* var. acephala, mantidas na horta didática da Universidade Federal Rural de Pernambuco, as folhas de couve contendo os pulgões parasitados foram levadas para o Laboratório de Investigação Química de Inseticidas Naturais (LABQIN) do Departamento de Agronomia onde foram separados em número de 10 múmias por repetições para cada concentração dos óleos essenciais, sendo as mesmas utilizadas que foram usadas para o pulgão *L. pseudobrassicae*, em seguida foram colocados em tubos de ensaio contendo um pequeno filete de mel misturado com as caldas dos óleos essenciais para servir de alimento após a emergência dos adultos durante a longevidade dos parasitoides. Os tubos foram lacrados com parafilme e acondicionados em câmara climatizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 5\%$ UR e fotófase de 12 horas até a emergência dos parasitoides. As avaliações foram realizadas diariamente, por um período de 10 dias após a alimentação dos adultos do parasitoide com o mel contaminado, para contabilizar a mortalidade dos adultos. Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições, os cálculos das concentrações letais seguiu a metodologia utilizada para o pulgão *L. pseudobrassicae*.

Resultados e Discussão

Teste de Fitotoxicidade dos Óleos Essenciais. Nos testes realizados para avaliação da fitotoxicidade com os óleos essenciais em folhas de couve var. acephala, verificou-se como principal sintoma o amarelecimento nas bordas da folha, onde ocorreu o ferimento devido a confecção dos discos, esse fato pode ter ocorrido pela característica do material vegetal que tem uma textura foliar mais delicada quando comparada com outras espécies vegetais.

As concentrações dos óleos utilizados variaram de 0,39µL/mL a 150µL/mL. Já nas concentrações mais altas, acima de 120µL/mL para os óleos de laranja mimo (*Citrus sinensis*), limão siciliano (*Citrus limon*), limão taiti (*Citrus aurantifolia*), *Croton rhamnifolioides*, *Croton grewioides* e Alecrim Pimenta (*Lippia sidoides*) houve fitotoxicidade, deixando as bordas das folhas amareladas, mas não afetaram o desenvolvimento dos experimentos. Para a testemunha com água e DMSO (0,5%) não foi observado fitotoxicidade nos discos de folhas.

Toxicidade de Óleos essenciais para Fêmeas Adultas de *Lipaphis pseudobrassicae*. O óleo de *Croton grewioides* foi mais tóxico que aos demais óleos e o Azamax (produto natural registrado para agricultura orgânica). De acordo com as CL₅₀, a toxicidade dos óleos foram decrescentes seguindo ordem: *Croton grewioides*>*Croton rhamnifolioides*>*Piper divaricatum*> Laranja mimo > Limão taiti> Limão siciliano > Alecrim pimenta >Azamax. As razões de toxicidade variaram de 7,20 a 2,23, respectivamente, para *Croton grewioides* e Alecrim pimenta, em comparação com Azamax. Com relação às CL₅₀, *Croton grewioides* foi o mais tóxico e Azamax foi o menos tóxico (Tabela 1).

Navarro *et al.*(2014), verificou que os óleos essenciais obtidos de membros das famílias Lauraceae e Piperaceae apresentaram uma grande atividade larvicida utilizando CL₅₀ abaixo de 20 e 50 ppm, respectivamente para *Aedes aegypti*. Como observado no presente trabalho nos testes de toxicidade letal, para o óleo de *Piper divaricatum* os resultados mostram a eficiência do óleo no controle de *L. pseudobrassicae* com uma CL₅₀ de 6,21µl/mL.

Das *et al.* (2008) avaliando extratos de plantas preparados em água quente e fria em uma concentração de 10%, verificaram o efeito inseticida de todas as plantas, sendo *Polygonum hydropiper* e *Azadirachta indica* as que apresentaram melhor efeito quando testados no controle do pulgão *Aphis craccivora* Koch.

Experimentos de campo demonstram que extratos de mamona (Euphorbiaceae) e o óleo de nim (Meliaceae) podem causar mais de 70% de mortalidade quando testados no controle de ninfas de *Bemisia tabaci* (Lima *et al.* 2013). De Lima *et al.* (2013), avaliou novas atividades inseticidas de óleos essenciais de *Lippia sidoides* e *Croton* (*Croton Zehntneri*, *Croton nepetaefolius*, *Croton Argrophyllloides* e *Croton sonderianus*) contra o mosquito *Aedes aegypti*, observando que todos os óleos essenciais apresentaram inibição da incubação de ovos, com valores de IC₅₀ variando de 66,4 a 143,2 µg/mL⁻¹, atividade larvicida com CL₅₀ variando de 25,5 a 94,6 µg/mL⁻¹ e ação pupicida com PC₅₀ variando de 276,8 a mais de 500 µg/mL⁻¹. Os óleos de *Croton grewioides* CL₅₀ (2,78µl/mL) e *Croton rhamnifolioides* CL₅₀ (3,70µl/mL) investigados no presente trabalho apresentaram atividade inseticida eficiente sobre *L. pseudobrassicae*, assim como o verificado por De Lima *et al.* (2013) para espécies de *Crotons* utilizados no controle do mosquito *Aedes aegypti*. Quando comparados os resultados das espécies de *Crotons* do presente estudo com o Azamax CL₅₀ (20,01µl/mL) inseticida botânico comercial, verificamos seu potencial para uso em futuras formulações de inseticidas botânicos comerciais.

Desta forma o presente estudo mostrou o desempenho dos óleos testados como um importante passo para o surgimento de novos produtos para o controle do *L. pseudobrassicae* e outros organismos pragas, uma vez que já é bastante conhecida às vantagens dos produtos naturais em comparação aos sintéticos, além desses produtos poderem ser usados na agricultura orgânica.

Efeito Repelente de Óleos Essenciais sobre Fêmeas Adultas de *Lipaphis pseudobrassicae*. Os resultados dos óleos essenciais testados no período de 12 horas não foram apresentados por não terem

diferença significativa dos de 24 horas. Quando avaliou-se a repelência dos óleos essenciais após 24 h, em todos os óleos as quatro maiores concentrações testadas apresentaram efeito repelente ao pulgão da couve *L. pseudobrassica* (Figura 3). Em relação à menor concentração, apenas no óleo de Laranja Mimo (*Citrus sinensis*) houve atração do pulgão para as folhas tratadas, nos demais óleos não houve diferença significativa nas menores concentrações ($P > 0,05$) entre o tratamento com óleo e testemunha.

Para o efeito repelente na maior concentração testada destacam-se os óleos de *P. divaricatum* e *Croton grewioides* com média de apenas 0,5 insetos atraídos às folhas tratadas. Limão Siciliano (*Citrus limon*), *Croton rhamnifolioides* e Azamax também apresentaram um baixo número de indivíduos atraídos, com apenas 0,6 insetos em média, dessa forma se mostrando igualmente repelentes em 24 e 48 horas de exposição dos produtos.

Para a repelência após 48 h, com exceção do óleo de Laranja Mimo (*Citrus sinensis*) todos os outros óleos apresentaram repelência ao pulgão *L. pseudobrassica* nas cinco maiores concentrações testadas (Figura 4). Em relação à menor concentração, o óleo de *Citrus sinensis* também foi o único a apresentar atração ao pulgão quando se utilizou essa concentração (0,47 $\mu\text{L/mL}$) como tratamento. O resultado de atratividade encontrado sobre *L. pseudobrassicae* para a menor concentração de *Citrus sinensis*, pode ser usada como uma importante ferramenta no controle desta praga como, por exemplo, a utilização de isca tóxica colocados no plantio para atrair o pulgão evitando assim, com que a praga ataque as plantas de couve. Os óleos de *P. divaricatum* e *Croton rhamnifolioides* foram os que apresentaram maior efeito repelente na mais alta concentração testada, atraindo em média 2,2 e 2,1 insetos, respectivamente.

Andrade *et al.* (2013), testando vários óleos essenciais de *C. citratus* ($Z_2 = 33,33$, $P^* < 0,001$), *C. winterianus* ($Z_2 = 6,97$, $P^* = 0,01$), *P. aduncum* ($Z_2 = 6,00$, $P^* = 0,01$), *S. terebinthifolius* ($Z_2 = 11,40$, $P^* < 0,001$), *A. indica* ($Z_2 = 9,39$, $P^* = 0,002$) e *S. zeylanicum* ($Z_2 = 61,12$, $P^* = 0,01$), observaram que discos de folha de algodão tratados com os óleos essenciais atraíram um número menor

de fêmeas ápteras de *Aphis gossypii*, em relação à testemunha (água +DMSO), sendo, portanto, os óleos considerados com efeito repelente. No presente trabalho todos os óleos testados apresentaram repelência ao *L. pseudobrassicae*.

De acordo com Lovatto *et al.* (2004), em experimentos de múltipla chance de escolha com folhas de couve, observaram que *Solanum fastigiatum* e *Solanun diflorum* repeliram *B. brassicae* nas concentrações de 2,5 e 5,0%. Já *M. persicae* foi repelido quando em contato com o extrato metanólico de *Impatiens parviflora* L, aplicado em folhas de tomate (Pavela; Vrchotová; Bozera, 2009).

Lima *et al.* (2008), observaram que um número significativamente menor de pulgões preferiu as folhas de couve tratadas com o óleo essencial de *Illicium verum*, na concentração de 0,5%, tanto no período de 24 como de 48 horas. No entanto, nas concentrações de 0,1 e 0,05% não foi observado o mesmo efeito. Já nos tratamentos, com água e acetona/água os pulgões apresentaram um comportamento de seleção do hospedeiro semelhante, demonstrando que a acetona utilizada na diluição do óleo essencial não foi a causa da repelência e/ou deterrência do inseto.

Efeito de Óleos Essenciais sobre a Taxa instatânea de Crescimento Populacional de *Lipaphis pseudobrassicae*. Nenhum dos produtos testados fez com que a taxa instantânea de crescimento populacional fosse negativa, porém, houve redução proporcional na reprodução de pulgões, desta com o aumento das concentrações utilizadas (Figura 1). Nas maiores concentrações utilizadas, *P. divaricatum* (150 µl/20mL), Limão Siciliano (*Citrus limon*) (120 µl/20mL) e Azamax (500 µl/20mL) foram os que proporcionaram maior redução na população, com taxa instantânea de crescimento populacional de 0,08; 0,08 e 0,09, respectivamente. Esses resultados demonstram que a população de *L. pseudobrassicae* continua crescendo, porém há uma redução nesse crescimento populacional, deste modo, a utilização de maiores concentrações pode levar à eliminação da população do inseto, o que talvez não seja interessante do ponto de vista de estabelecimento de inimigos naturais.

Uma das técnicas utilizadas para avaliar a toxicidade de inseticidas e acaricidas é a estimativa da taxa instantânea de crescimento (r_i), que possibilita avaliar os efeitos letais e subletais desses produtos sobre uma população, após um tempo previamente determinado, integrando valores de sobrevivência e fecundidade (Stark & Banks 2003). Breda *et al.* (2011), observaram que óleo de mamona, planta pertencente à família Euphorbiaceae a mesma de *Croton rhamnifolioides* e *Croton grewoides*, mesmo apresentando uma baixa ação letal, foi capaz de reduzir o crescimento populacional de *Aphis gossypii* em todas as concentrações testadas, apresentando valores negativos para a taxa instantânea de crescimento na maior concentração de 3,0%.

O número de ninfas do pulgão da couve *L. pseudobrassicae*, ajustou-se ao modelo de regressão linear para todos os óleos e o controle positivo (Azamax) utilizados (Figura 2), havendo, portanto redução proporcional com o aumento das concentrações. Os óleos de *P. divaricatum*, Limão siciliano e *Croton rhamnifolioides* apresentaram os melhores resultados de redução da produção ninfas nas maiores concentrações, apresentando redução de 96,7%, 96,5% e 96,2%, respectivamente. Os demais óleos apresentaram redução no número de ninfas produzidas variando de 95,7% a 93,3% nas maiores concentrações, fazendo com que a produção de ninfas fosse inferior a 7% quando comparado à testemunha. O Azamax produto comercial utilizado como controle positivo apresentou uma redução de 95,8% na maior concentração (500µl/mL), muito superior as maiores concentrações utilizadas para os produtos utilizados no presente trabalho, as quais foram de 150µl/mL e 120µl/mL.

Segundo Andrade *et al.* (2013), os óleos essenciais testados para avaliar o efeito repelente em *A. gossypii* também apresentaram uma redução no percentual de ninfas produzidas para *C. citratus* (100%), *C. winterianus* (92,0%), *C. zeylanicus* (89,74%), *S. terebinthifolius* (87,5%) e *A. indica* (80,65%).

Efeito de Óleos Essenciais sobre o Desenvolvimento do parasitoide *Aphidius sp.* As CL_{50} dos óleos com efeitos inseticida para o parasitoide foram de 16,98; 29,88; 33,05; 41,40; 41,66; 49,43; 51,34 e

147,66 mL/mL para *Croton grewioides*, Limão siciliano, Azamax, *P. divaricatum*, Laranja mimo, *Croton rhamnifolioides*, Limão taitie Alecrim pimenta respectivamente, já as razões de toxicidade foram de 8,70(*Croton grewioides*); 4,94 (Limão siciliano); 4,47 (Azamax); 3,57(*Piper divaricatum*); 3,54(Laranja mimo); 2,99(*Croton rhamnifolioides*); 2,88 (Limão taiti) (Tabela 2).

Venzon *et al.* (2007), observou que o extrato de semente de nim, nas concentrações de 0,025 e 0,05 g de azadiractina/L foi capaz de causar mortalidade de larvas acima de 50%, com efeito letal para o inimigo natural *Eriopsis connexa*, resultando também na diminuição da viabilidade pupal que foi de 10%, e chegando a 0% na emergência de adultos do predador em laboratório. No presente trabalho, de acordo com os resultados obtidos, as concentrações dos produtos usados para causar a mortalidade de *L. pseudobrassicae*, foram bem mais baixas quando comparadas as concentrações utilizadas para afetaram os parasitoides em sua fase de desenvolvimento (Tabela 1).

A provável causa do baixo efeito inseticida sobre as larvas do parasitoide pode está relacionada com a múmia do pulgão. Não se sabe se a carcaça do hospedeiro serve como uma camada protetora, impedindo os óleos de penetrarem no hospedeiro e afetem o parasitoide na sua fase de desenvolvimento.

Efeito do Tratamento com Óleos Essenciais sobre Adultos do Parasitoide *Aphidius* sp. De acordo com os resultados obtidos as CL₅₀ foram mais altas quando comparadas as que causaram mortalidade à *L. pseudobrassicae*, sendo os óleos de *Croton grewioides* (0,28 mL/mL), *Citrus limon* (0,37 mL/mL), *Piper divaricatum* (0,50 mL/mL), *Croton rhamnifolioides* (0,69mL/mL) e *Citrus aurantifolia* (0,90 mL/mL), foram mais tóxico ao parasitoide em sua fase adulta quando comparados com os óleos de *Citrus sinensis* var. mimo (2,37mL/mL), *Lippia sidoides* (1,97mL/mL) e o controle positivo Azamax (1,14 mL/mL) que foram os óleos menos tóxico ao parasitoide. Sendo *Croton grewioides* 8,37 vezes mais tóxico para o parasitoide em comparação com o óleo de *Citrus sinensis* var. mimo. (Tabela 2). Os produtos testados foram seletivos a *Aphidius* sp, tendo em vista que causaram mortalidade variando de

21% a 40% da população dos adultos dos parasitoides nas maiores concentrações. A alta toxicidade apresentada pelos óleos aos adultos do parasitoide sugerem que os óleos devem ser tóxicos quando ingerido. Os resultados obtidos para toxicidade dos óleos testados sobre *L. pseudobrassicae* reforça essa ideia.

De Lima *et al.*(2013), avaliou toxicidade aguda oral em camundongos mostrando que os óleos *C. sonderianus* e *C. argyrophyloides* não são tóxicos (DL50 > 6.000 mg.kg⁻¹), enquanto os óleos *C. nepetaefolius*, *C. zehntneri* e *L. sidoides* são moderadamente tóxicos (DL50 3.840; 3.464, e 2.624 mg.kg⁻¹, respectivamente). Esses resultados indicam que esses óleos são fontes promissoras de compostos bioativos, apresentando baixa ou nenhuma toxicidade para os mamíferos. Como o sugerido no presente estudo associando os óleos de *Citrus sinensis* var. mimo (2,37mL/mL) e *Lippia sidoides* (1,97mL/mL) ao manejo integrado de pragas de *L. pseudobrassicae*, preservando os inimigos naturais presentes na área como no caso do parasitoide *Aphidius sp.*

Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Doutorado concedida, ao amigo Douglas Rafael pela ajuda nos dados estatísticos e a Anderson Miguel pela ajuda na montagem dos experimentos.

Literatura Citada

- Alvez, A., W.P.H.L.M. Kogan, E.E.S. Helfgott & R. Hansen. 1974.** 1974. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. Rev. Alam. 1: 35-38.
- Andrade, L.H., J.V. Oliveira, I.M. Moura Lima, M.F. Santana & M.O. Breda. 2013.** Efeito repelente de azadiractina e óleos essenciais sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em algodoeiro. Rev. Ciênc. Agron. 44: 628-634.

- Azevedo, F.R., J.A. Guimarães, A. A. F. Simplicio & H. R. Santos. 2010.** Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri cearense. *Arq. Inst. Biol.* 77: 33-41.
- Blackman, R.J. & V.F. Eastop. 2007.** Taxonomic issues, p. 1-30. In H.F. Emden & R. Harrington (eds.), *Aphids as crop pests*. Willingford, CAB International, 717p.
- Blackman, R.L. & V.F. Eastop. 2000.** *Aphids on the World's Crops: an identification guide*. Chichester, John Wiley & Sons, 466p.
- Breda, M.O., J.V. Oliveira, E.J. Marques, R.G. Ferreira & M.F. Santana. 2011.** Inseticidas botânicos aplicados sobre *Aphis gossypii* e seu predador *Cycloneda sanguinea* em algodão colorido. *Pesqu. Agropec. Bras.* 46: 1424-1431.
- Carver, M. 1988.** Biological control of aphids, p. 141-165. In A.K. Minks & P. Harrewijn (ed.), *Aphids: their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier, 450p.
- Lima, G.P.G., T.M. Souza, G. Paula Freire, D.F. Farias, A.P. Cunha, N.M.P.S. Ricardo, S.M. Morais, A.F.U. Carvalho. 2013.** Further insecticidal activities of essential oils from *Lippia sidoides* and *Croton* species against *Aedes aegypti*. *L. Parasitol. Res.* 112: 1953–1958.
- Lima, R.K., M.G. Cardoso, J.C. Moraes, S.S. Vieira, B.A. Melo & C.C. Filgueiras. 2008.** Composição dos Óleos Essenciais de Anis-estrelado *Illicium verum* L. e de Capim-limão *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: Avaliação do Efeito Repelente sobre *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). *BioAssay* 3:8.
- Lovatto, P.B., M. Goetze & G.C.H. Thomé. 2004.** Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *Acephala*). *Cien. Rural.* 34: 971-978.
- Nerio, L.S., J. Olivero-Verbel & E. Stashenko. 2010.** Repellent activity of essential oils: a review. *Bios. Technol.* 101: 372-378.
- Oliveira, J.E.M., S.A. Bortoli, R.F. Santos & A.N. Moreira. 2010.** Desenvolvimento de metodologia de criação e multiplicação de *Aphis gossypii*: avanços e sucessos. *Comun. Sci.* 1: 65-68.
- Pavela, R., N. Vrchotová & S. Bozena. 2009.** Repeleency and toxicity of three Impatiens species (Balsaminaceae) extracts on *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae). *J. Biopestic.* 2: 48-51.
- Peña-Martínez, R. 1992.** Afidos como vectores de vírus en México. Montecillo, Centro de Fitopatologia, 135p.
- SAS Institute. 2001.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC.

- Silva, D. & L. Jorge. 2009.** AFSOFT (r)-Software para análise foliar. São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária.
- Sary, P., M.V. Sampaio & V.H.P. Bueno. 2007.** Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* 51: 107-118.
- Stark, J.D. & J.E. Banks. 2003.** Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 48: 505-519.
- Starý, P. 1988.** Aphidiidae, p. 171-184. In A.K. Minks & P. Harrewjin (eds.), *Aphids: biology their, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier, 470p.
- Systat Software, Inc. 2006.** SigmaPlot for windows version 10.0. Copyright© 2006.
- Torres, A.L., A.L. Boiça Júnior, C.A.M. Medeiros & R. Barros. 2006.** Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. *Bragantia* 65: 447-457.
- Walthall, W.K. & J.D. Stark. 1997.** Comparison of two population-level ecotoxicological endpoints: The intrinsic (rm) and instantaneous (ri) rates of increase. *Envir. Toxicol. Chem.* 16: 1068-1073.

Tabela 1. Toxicidade (CL₅₀ e CL₉₀ µL/mL) de óleos essenciais sobre fêmeas do pulgão da couve *Lipaphis pseudobrassica*.

n= número de fêmeas usadas no teste; GL= grau de liberdade; EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança;

Tratamentos	N	GL	Inclinação (±EP)	CL ₅₀ (IC95%)	CL ₉₀ (IC95%)	RT ₅₀	RT ₉₀	χ ²
Alecrim Pimenta <i>Lippia sidoides</i>	1350	6	1,38±0,07	8,98 (7,85 – 10,27)	76,11 (61,17 – 98,07)	2,23	3,23	7,22
Azamax Azamax® 12 CE – 1%	1350	6	1,17±0,06	20,01 (17,13 – 23,28)	245,86 (191,82 – 329,05)	-	-	6,87
<i>Croton grewioides</i>	1350	6	1,04±0,05	2,78 (2,32 – 3,29)	47,13 (35,76– 65,51)	7,20	5,22	11,62
<i>Croton rhamnifolioides</i>	1350	6	1,04±0,05	3,70 (3,09 – 4,38)	63,27 (47,86 – 88,24)	5,41	3,88	1,98
Laranja Mimo Casca <i>Citrus sinensis</i> var. mimo	1350	6	1,36±0,08	6,35 (5,09 – 7,90)	55,83 (39,74 –86,09)	3,15	4,40	14,57
Limão Siciliano folha <i>Citrus limon</i>	1350	6	1,32±0,06	7,10 (6,18- 8,15)	65,58 (52,26- 85,39)	2,82	3,75	2,77
Limão Taiti Folha <i>Citrus aurantifolia</i>	1350	6	1,30±0,060	6,89 (5,99 – 7,92)	66,08 (52,44 – 86,49)	2,90	3,72	5,34
<i>Piper divaricatum</i>	1350	6	1,23±0,06	6,21 (5,36 – 7,18)	67,56 (53,34 – 89,04)	3,22	3,64	6,71

RT = razão de toxicidade, χ²= Qui-quadrado.

Tabela 2. Toxicidade (CL₅₀ e CL₉₀ mL/20mL) de óleos essenciais sobre o parasitoide *Aphidius sp* na fase de desenvolvimento.

Tratamentos	N	GL	Inclinação (±EP)	CL ₅₀ (IC95%)	CL ₉₀ (IC95%)	RT ₅₀	RT ₉₀	χ ²	ISD
<i>Lippia sidoides</i>	900	6	0,43±0,10	147,67 (7,351 – 842,979)	1735,76 (869,519– 8799,95)	-	28,22	3,95	16,44
Azamax® 12 CE – 1%	900	6	0,45±0,08	33,05 (5,891 – 111,79)	2190,81 (745,664 – 2459,67)	4,47	22,36	1,07	1,65
<i>Croton grewioides</i>	900	6	0,52±0,11	16,99 (2,063 – 2441,96)	5172,30 (122,094– 6991,49)	8,70	9,47	2,56	6,11
<i>Croton rhamnifolioides</i>	900	6	0,40±0,09	49,43 (3,912 – 2662,49)	8210,56 (717,455 – 12138,6)	2,99	5,97	0,36	13,36
<i>Citrus sinensis</i> var. mimo	900	6	0,49±0,11	41,66 (3,547 – 2475,18)	17314,50 (233,722 –18028,6)	3,54	2,83	2,01	6,56
<i>Citrus limon</i>	900	6	0,45±0,09	29,89 (3,072- 6571,04)	19449,8 (309,75- 20606,8)	4,94	2,52	0,27	4,21
<i>Citrus aurantifolia</i>	900	6	0,43±0,09	51,34 (4,033 – 3170,56)	48988,40 (489.113– 64139,3)	2,88	-	0,45	7,45
<i>Piper divaricatum</i>	900	6	0,43±0,06	41,41 (3.997 – 1122,23)	36673,20 (494,086 – 12783,6)	3,57	1,34	1,25	6,67

n= número de mummies de pulgões usadas no teste; GL= grau de liberdade; EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança;

RT = razão de toxicidade, χ²= Qui-quadrado; ISD = índice de seletividade diferencial.

Tabela 3. Toxicidade (CL₅₀ e CL₉₀ mL/20mL) de óleos essenciais sobre o parasitoide *Aphidius* sp. na fase adulta.

Tratamentos	N	GL	Inclinação (±EP)	CL ₅₀ (IC95%)	CL ₉₀ (IC95%)	RT ₅₀	RT ₉₀	χ ²	ISD
<i>Lippia sidoides</i>	900	6	0,64±0,09	1,97 (0,69 – 12,127)	198,47 (26,109 – 7248,68)	1,20	1,31	3,37	0,22
Azamax® 12 CE – 1%	900	6	0,60±0,07	1,14 (0,5909 – 3,053)	160,95 (35,574 – 1711,35)	2,07	1,61	0,338	0,06
<i>Croton grewioides</i>	900	6	0,45±0,08	0,28 (0,15.39 – 0,697)	14,79 (4,151– 104,762)	8,37	17,52	5,35	0,10
<i>Croton rhamnifolioides</i>	900	6	0,68±0,08	0,68 (0,308 – 2,437)	53,72 (10,669 – 755,946)	3,45	4,83	1,53	0,20
<i>Citrus sinensis</i> var. mimo	900	6	0,63±0,09	2,37 (0,735– 19,718)	259,26 (28,258 –1511,0)	-	-	0,912	0,37
<i>Citrus limon</i>	900	6	0,80±0,09	0,37 (0,203- 0,916)	15,22 (4,439- 102,479)	6,37	17,03	4,50	0,05
<i>Citrus aurantifolia</i>	900	6	0,62±0,01	0,89 (0,365 – 3,863)	106,12 (17,022 – 2278,59)	2,64	2,44	0,23	0,13
<i>Piper divaricatum</i>	900	6	0,61±0,07	0,50 (0,244 – 1,517)	62,88 (12,919 – 781,985)	4,71	4,12	1,02	0,10

n= número de parasitoides usados no teste; GL= grau de liberdade; EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança;

RT = razão de toxicidade, χ²= Qui-quadrado; ISD = índice de seletividade diferencial.

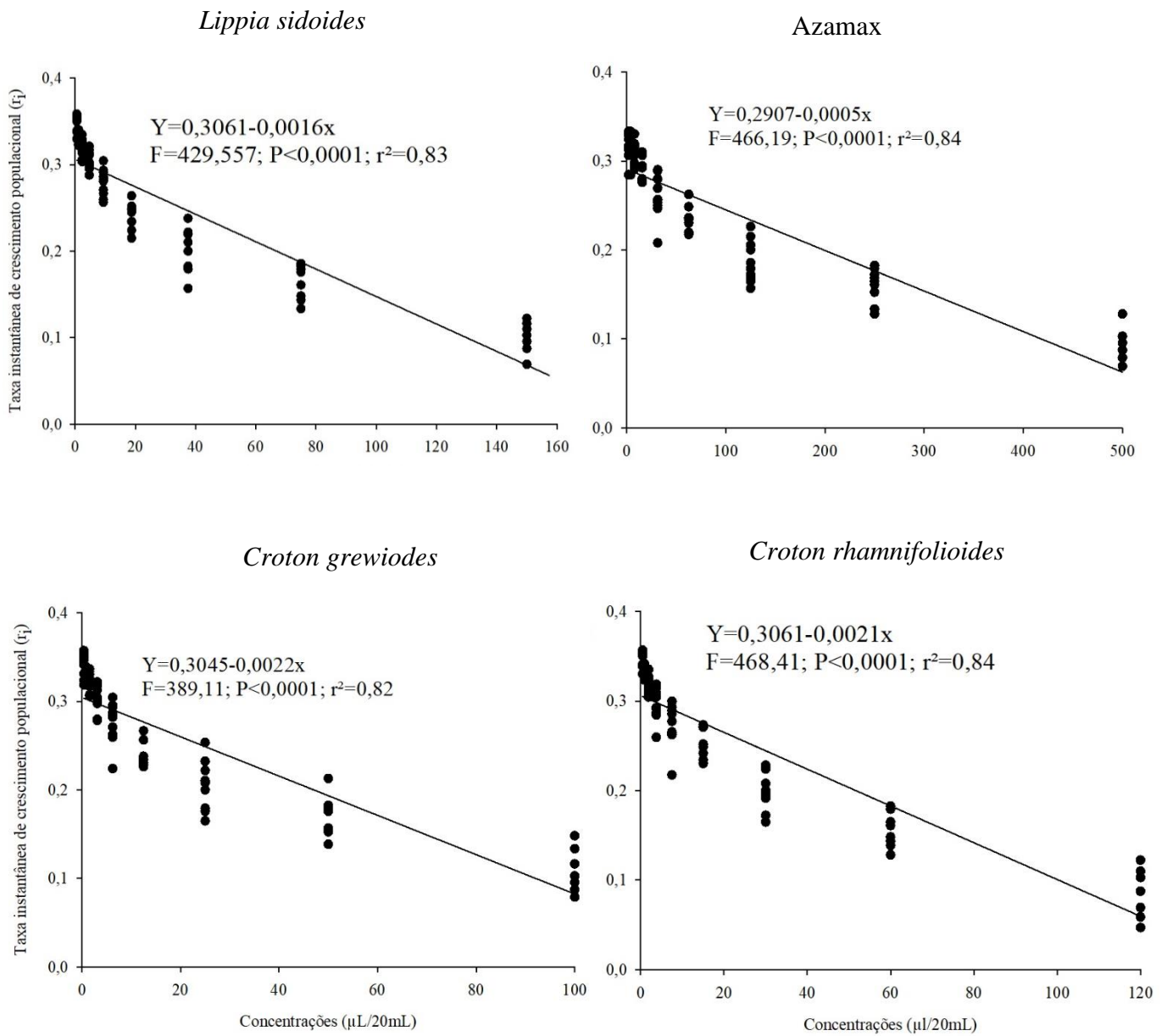


Figura 1.

Continuação Figura 1.

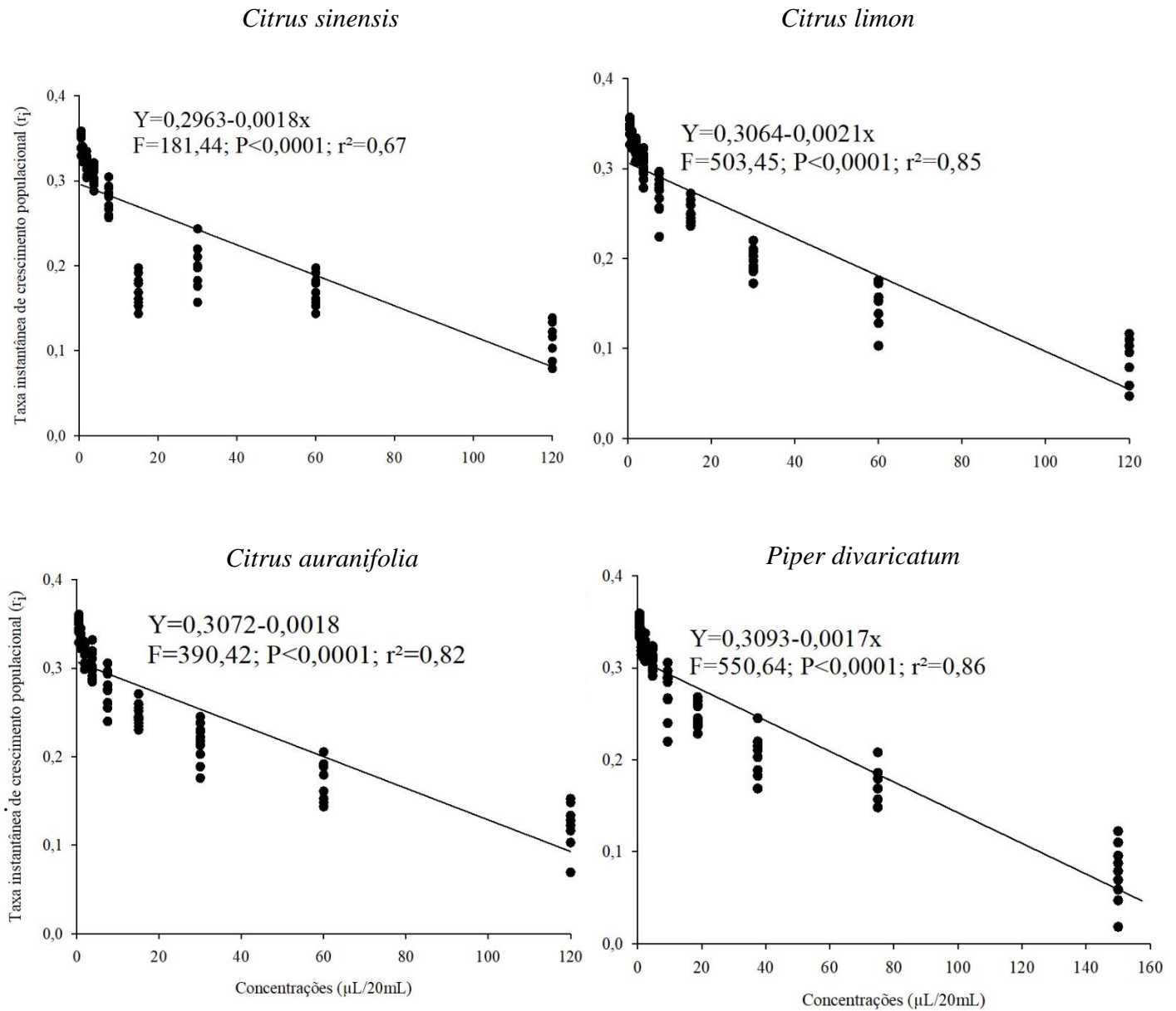


Figura 1. Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do pulgão da couve *L. pseudobrassicae* em folhas tratadas com óleos essenciais. A) Alecrim pimenta (*Lippia sidoides*); B) Azamax; C) *Croton grewoides*; D) *Croton rhamnifolioides*; E) Laranja Mimo (*Citrus sinensis*); F) Limão Siciliano (*Citrus limon*); G) Limão Taiti (*Citrus aurantifolia*); H) *Piper divaricatum*.

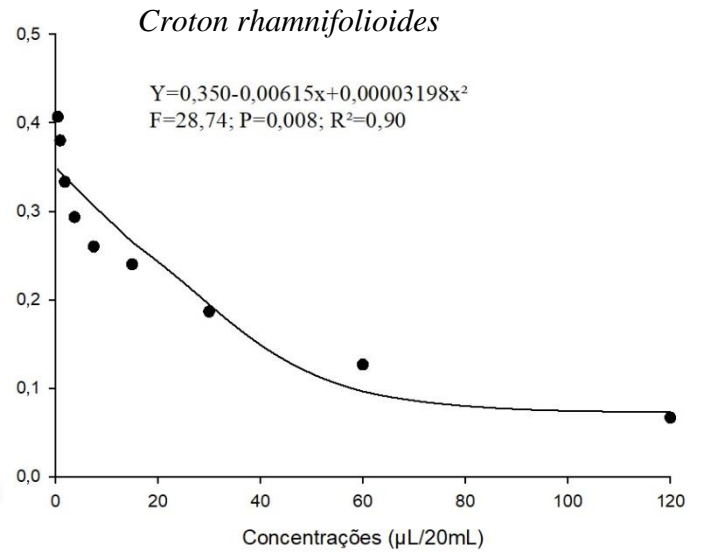
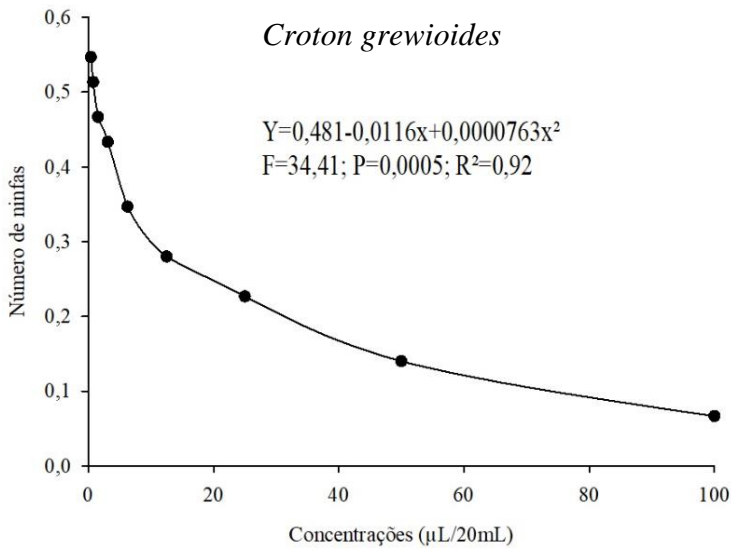
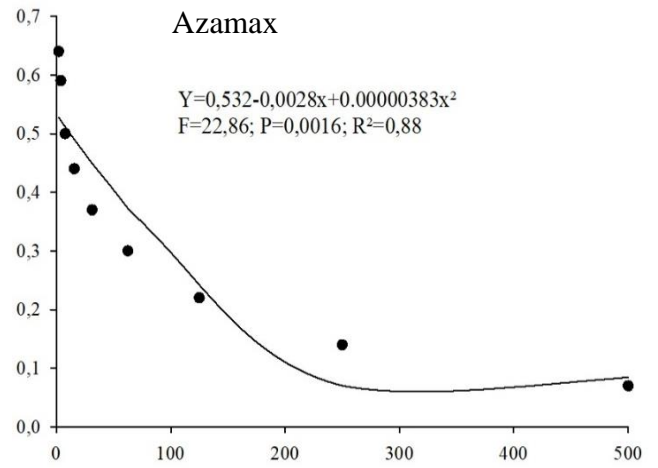
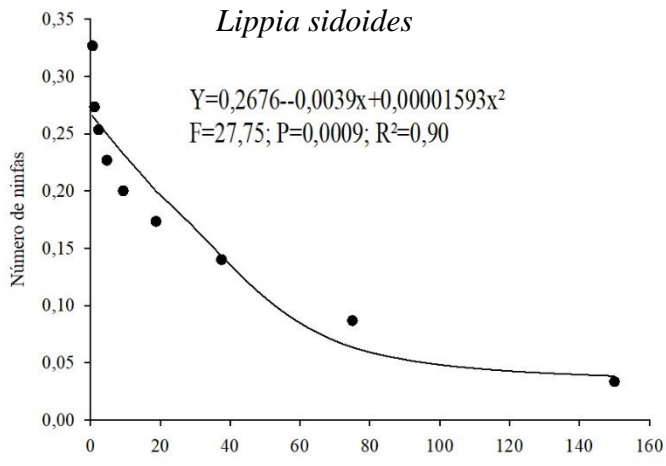


Figura 2.

Continuação Figura 2.

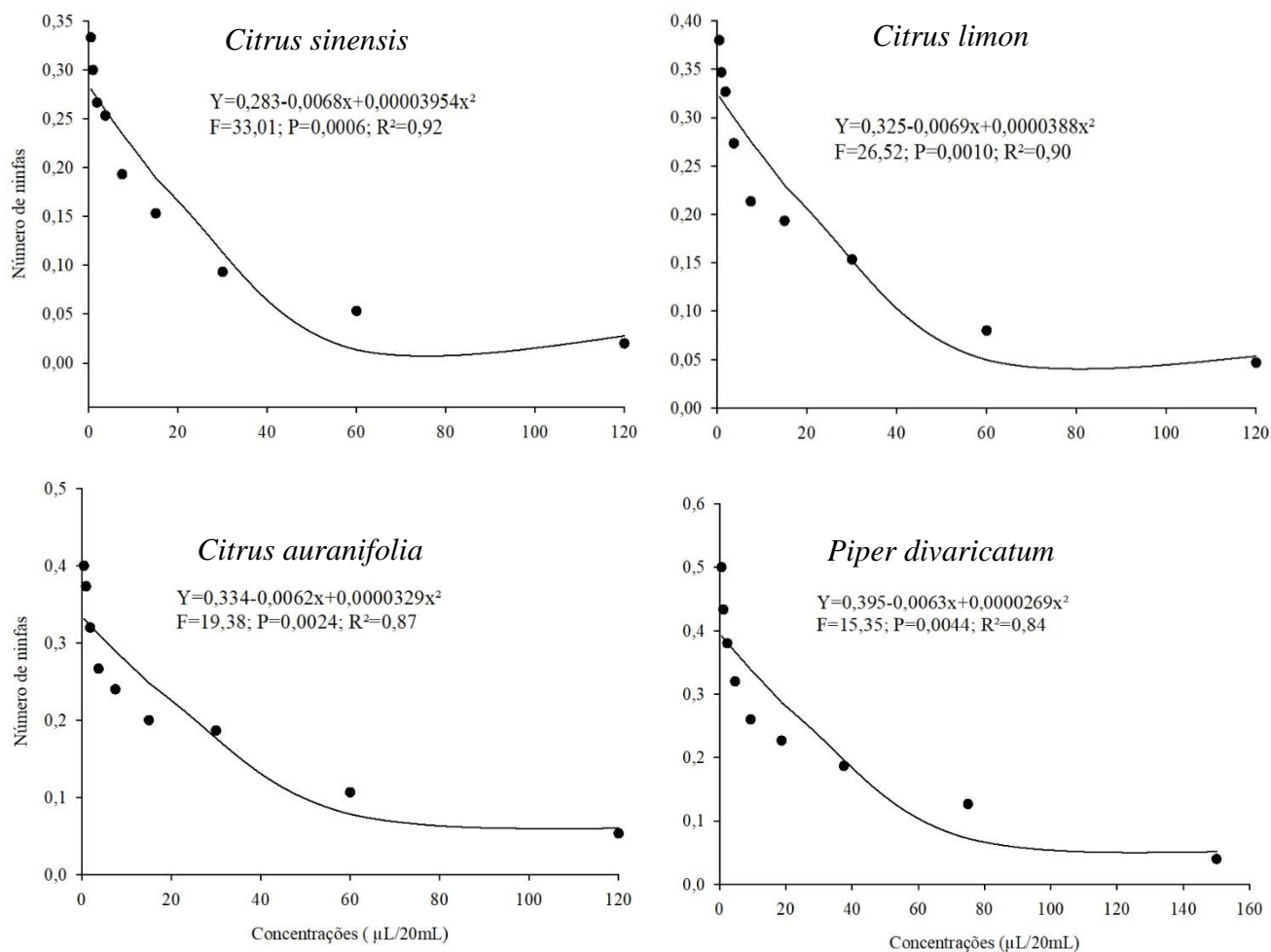


Figura 2. Número de ninfas do pulgão da couve *L. pseudobrassica* em folhas tratadas com óleos essenciais. A) Alecrim pimenta (*Lippia sidoides*); B) Azamax; C) *Croton grewioides*; D) *Croton rhamnifolioides*; E) Laranja Mimo (*Citrus sinensis*); F) Limão Siciliano (*Citrus limon*); G) Limão Taiti (*Citrus aurantifolia*); H) *Piper divaricatum*.

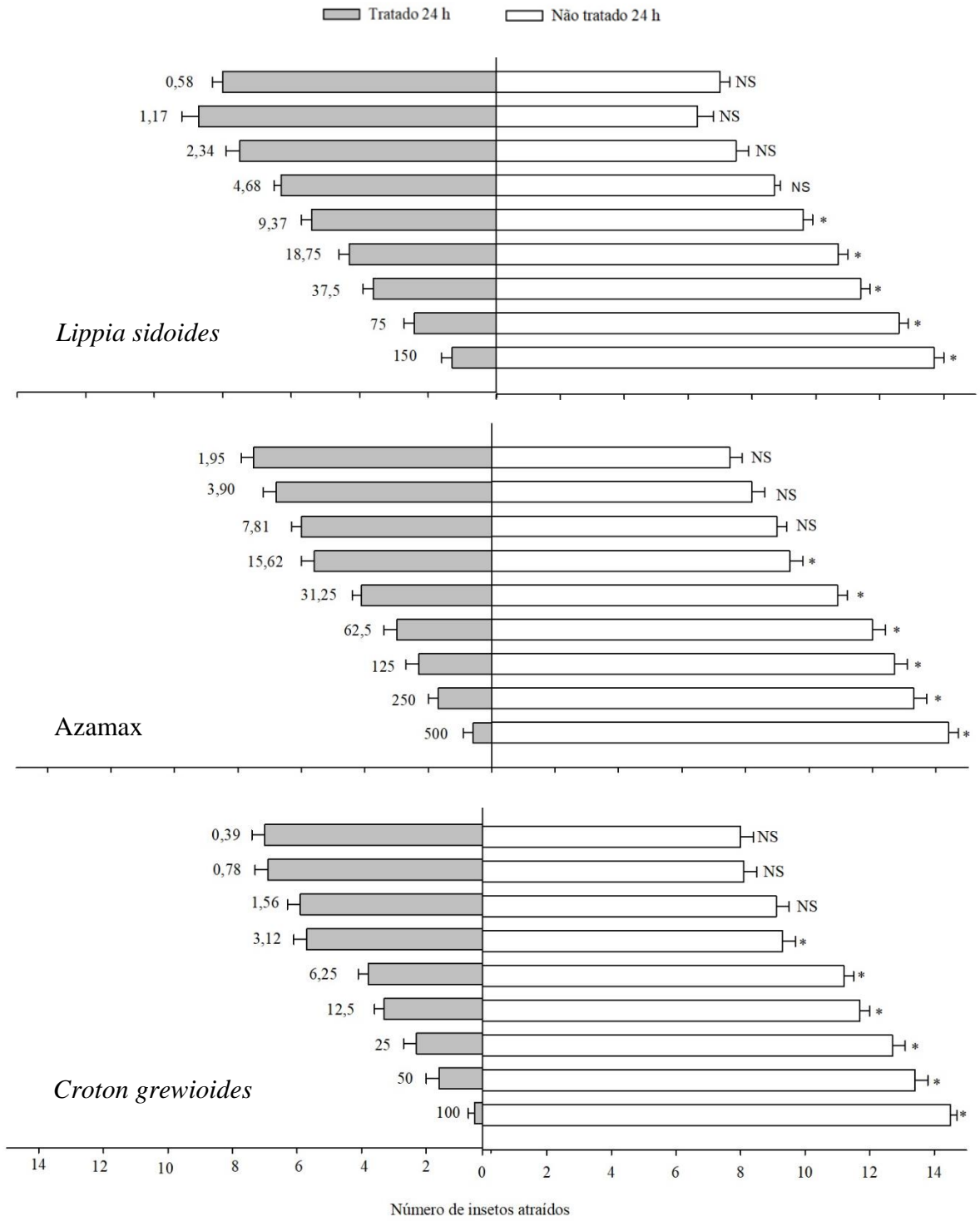
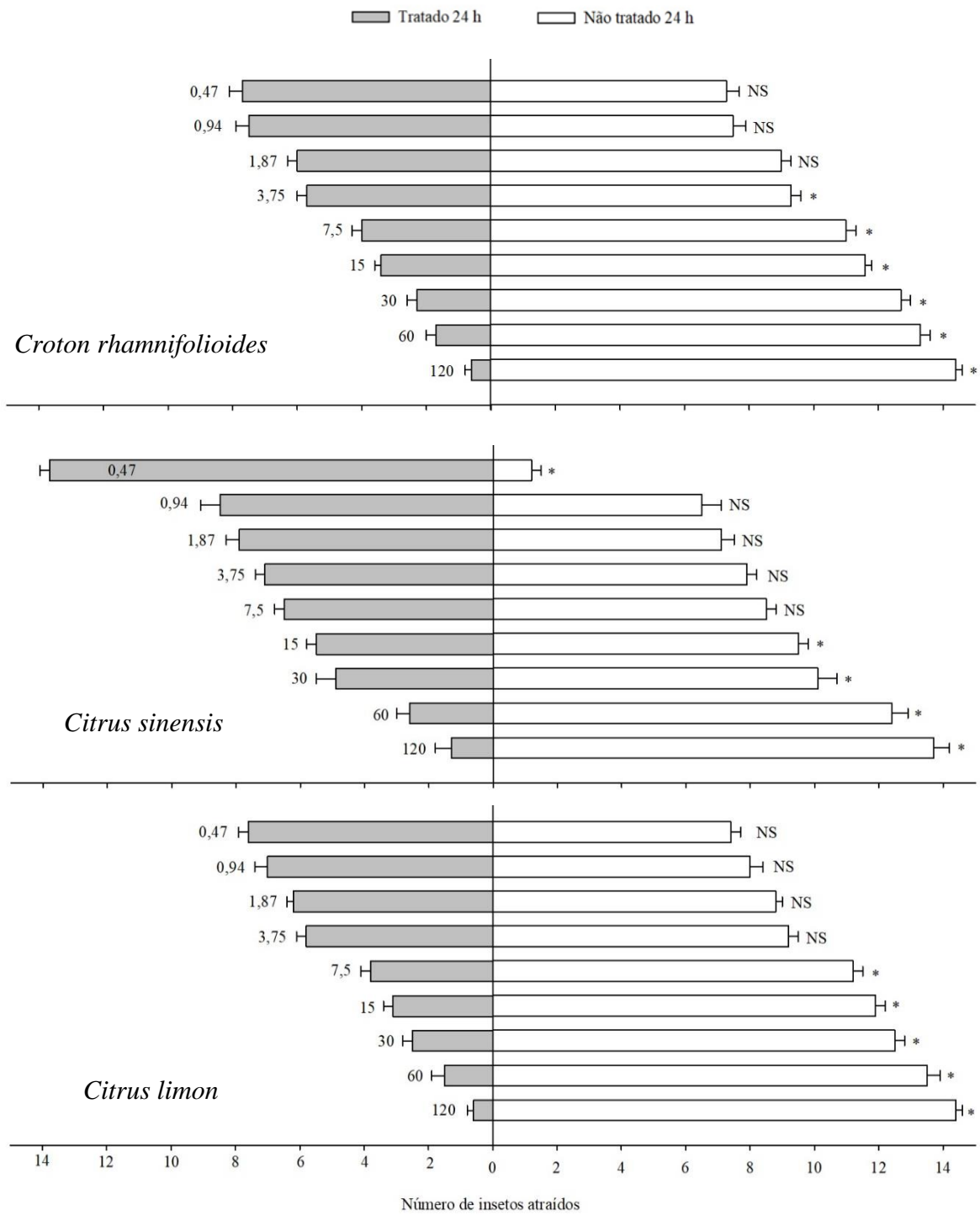


Figura 3.

Continuação Figura 3.



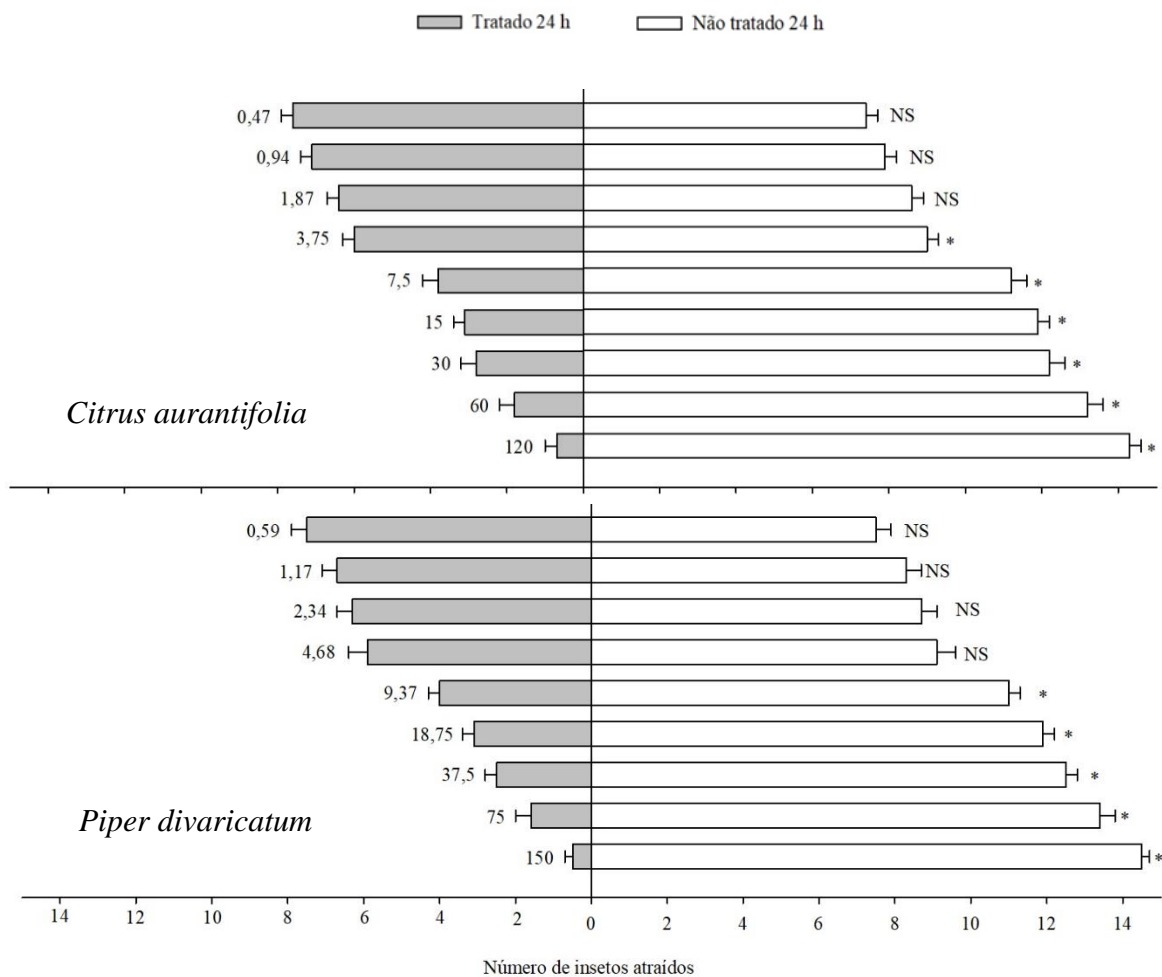


Figura 3. Número de *Lipaphis pseudobrassica* atraídos em teste de repelência após 24 h, com folhas tratadas com óleos essenciais ($\mu\text{L}/20\text{mL}$). A) Alecrim pimenta (*Lippia sidoides*); B) Azamax; C) *Croton grewoides*; D) *Croton rhamnifolioides*; E) Laranja Mímo (*Citrus sinensis*); F) Limão Siciliano (*Citrus limon*); G) Limão Taiti (*Citrus aurantifolia*); H) *Piper divaricatum*. NS não significativo; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Qui –quadrado (χ^2).

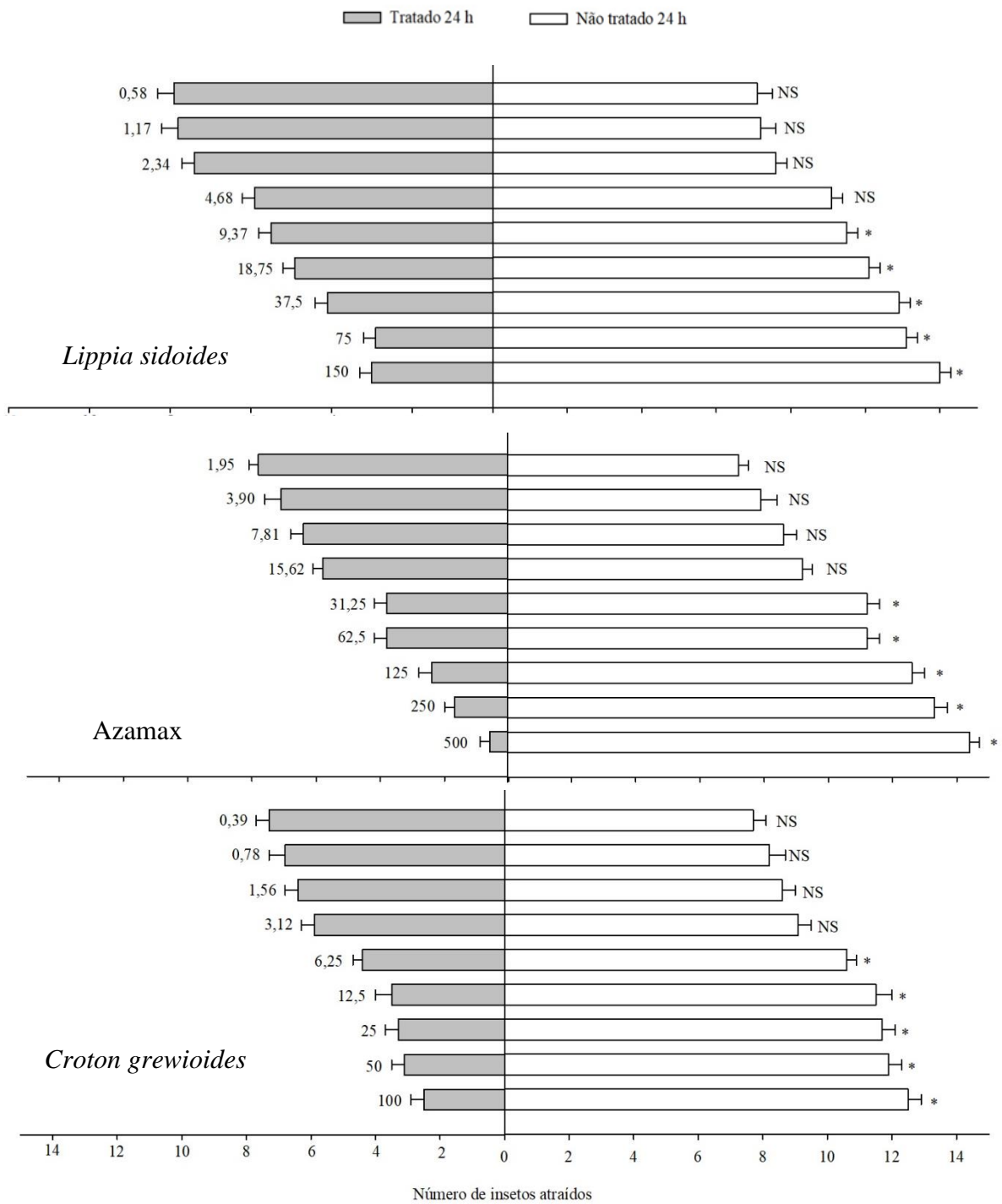
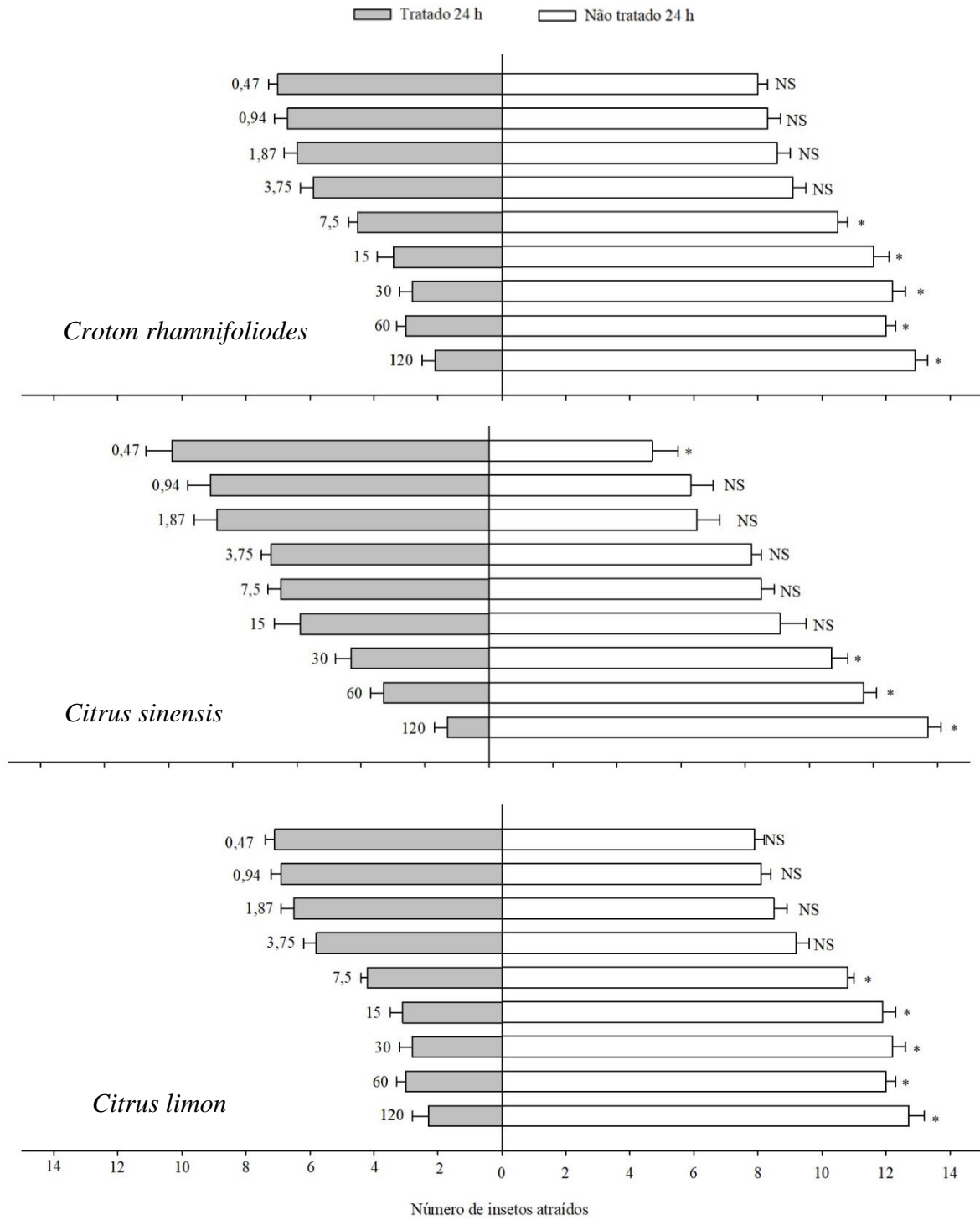


Figura 4.

Continuação Figura 4.



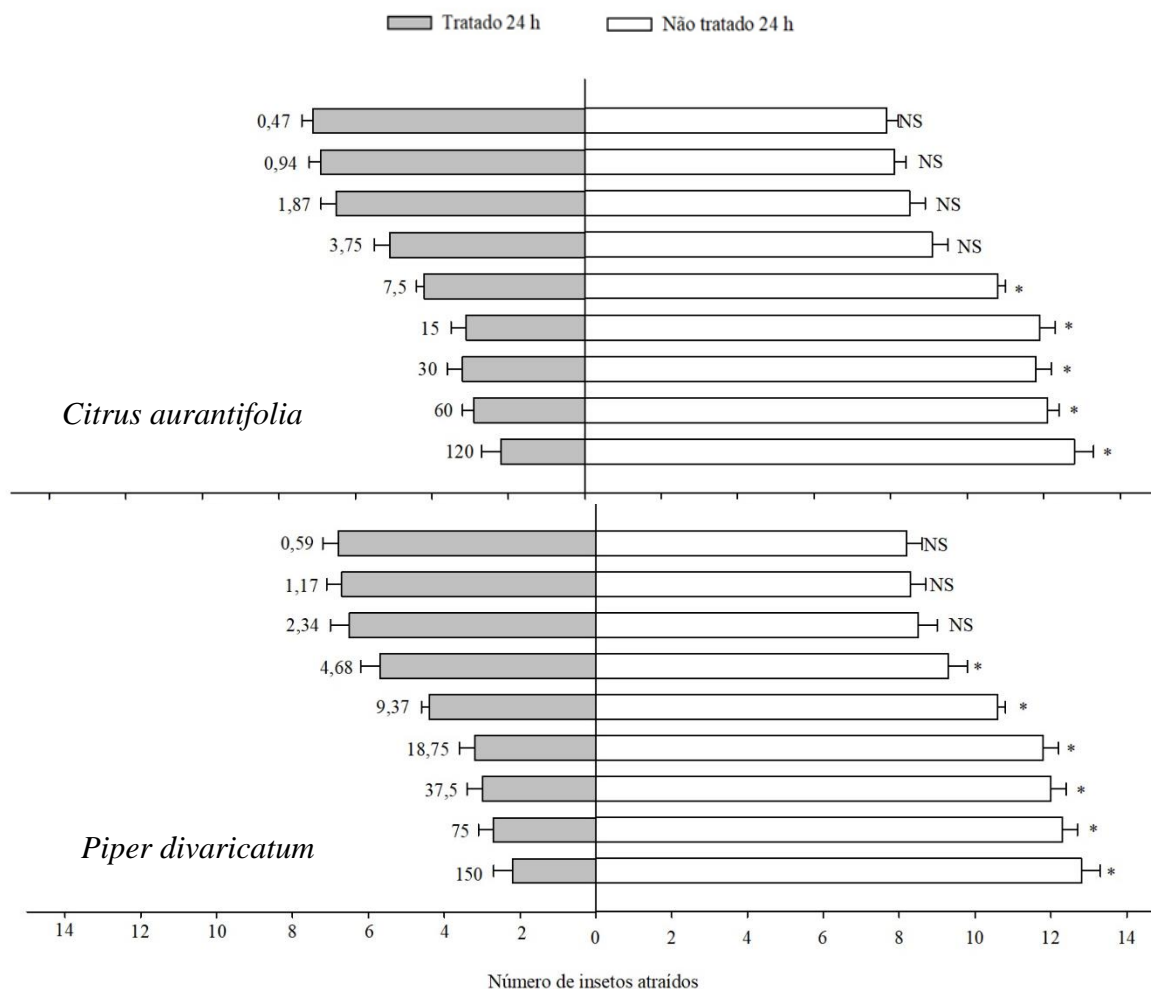


Figura 4. Número de *Lipaphis pseudobrassica* atraídos em teste de repelência após 48 h, com folhas tratadas com óleos essenciais (µL/20mL). A) Alecrim pimenta (*Lippia sidoides*); B) Azamax; C) *Croton grewoides*; D) *Croton rhamnifolioides*; E) Laranja Mimo (*Citrus sinensis*); F) Limão Siciliano (*Citrus limon*); G) Limão Taiti (*Citrus aurantifolia*); H) *Piper divaricatum*. NS não significativo; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Qui –quadrado (χ^2).

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os óleos essenciais de Limão taiti (*Citrus aurantifolia*), Limão siciliano (*Citrus limon*), Laranja mimo (*Citrus sinensis* var. mimo), Alecrim Pimenta (*Lippia sidoides*), *Croton rhamnifolioides*, *Piper divaricatum* e *Croton grewoides*, mostraram-se bastante promissores para o uso no sistema de Manejo Integrado de Pragas tanto para o ácaro *Tetranychus urticae* como para o pulgão *Lipaphis pseudobrassicae*, todos os óleos se mostraram bastante tóxicos, causando mortalidade elevada para o ácaro rajado e também inviabilizando os ovos desse ácaro. Já para *Lipaphis pseudobrassicae* os óleos testados foram repelentes, causando ainda mortalidade dos pulgões, reduzindo o número de ninfas produzidas, além de afetar a taxa instantânea de crescimento populacional.

Os produtos testados surgem como uma possibilidade para a produção de novos produtos que sirvam no controle dessas pragas. Com relação aos inimigos naturais o ácaro predador *Neoseiulus californicus* e o parasitoide *Aphidius sp.*, são pouco afetado pelos óleos essenciais testados, os resultados mostraram que óleos testados podem ser utilizados em associação juntamente com o controle biológico, tendo vista que a mortalidade dos inimigos naturais variaram de 9,0% a 14% nas maiores concentrações utilizadas.