

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E EXTRATOS DE DIFERENTES
ESPÉCIES BOTÂNICAS SOBRE *Bemisia tabaci* (Gennadius) BIÓTIPO B
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM TOMATEIRO**

THIAGO LUIS MARTINS FANELA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Proteção de Plantas)

BOTUCATU – SP
Junho - 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E EXTRATOS DE DIFERENTES
ESPÉCIES BOTÂNICAS SOBRE *Bemisia tabaci* (Gennadius) BIÓTIPO B
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM TOMATEIRO**

THIAGO LUIS MARTINS FANELA

Orientador: Prof. Dr. Edson Luiz Lopes Baldin

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Proteção de Plantas)

BOTUCATU – SP
Junho - 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F211e Fanela, Thiago Luis Martins, 1983-
Efeito de óleos essenciais e extratos de diferentes espécies botânicas sobre *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro / Thiago Luis Martins Fanela. - Botucatu : [s.n.], 2012
xi, 106 f. : gráfs., tabs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2012

Orientador: Edson Luiz Lopes Baldin
Co-orientador: Carlos Frederico Wilcken
Inclui bibliografia

1. Extratos e óleos essenciais. 2. Inseticidas botânicos. 3. Mosca branca. 4. Mosca branca do tomateiro. 5. Tomate - Doenças e pragas. I. Baldin, Edson Luiz Lopes. II. Wilcken, Carlos Frederico. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E EXTRATOS DE DIFERENTES
ESPÉCIES BOTÂNICAS SOBRE *Bemisia tabaci* (Gennadius) BIÓTIPO B
(Hemiptera: Aleyrodidae) EM TOMATEIRO"

ALUNO: THIAGO LUIS MARTINS FANELA

ORIENTADOR: PROF. DR. EDSON LUIZ LOPES BALDIN
COORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS FREDERICO WILCKEN

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CARLOS FREDERICO WILCKEN



PROF. DR. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR.



PROF. DR. JOSÉ DIAR VENDRAMIM

Data da Realização: 18 de junho de 2012.

A Deus, por guiar meu caminho, e por me dar força e sabedoria para concretização deste sonho.

OFEREÇO

DEDICO

*Aos meus amados pais, João Luis Fanela e Maria Marta Fanela,
por todo o incentivo, confiança, pelo exemplo de vida e por acreditarem em mim*

*À minha irmã, Juliana Martins Fanela,
por todo o carinho e amizade*

*Ao meu cunhado, Ricardo Limongi Fernandes,
por todo o apoio*

*A minha namorada, Juliana Giusti,
por todo o amor, cumplicidade e apoio*

Amo vocês

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Edson Luiz Lopes Baldin, pela sua orientação, amizade, confiança, incentivo e exemplo de dedicação profissional.

Ao Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken, pelo acolhimento, amizade, atenção e disponibilidade.

Aos Profs. Drs. Antonio Carlos Maringoni, Carlos Gilberto Raetano, Luiz Carlos Forti, Silvia Renata Siciliano Wilcken e Regiane Cristina Oliveira de Freitas, pela amizade e atenção.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Proteção de Plantas, pelos ensinamentos transmitidos e por contribuírem para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos Profs. Drs. Arlindo Leal Boica Junior e José Djair Vendramim que colaboraram com a melhora do presente trabalho.

Aos Drs. Mário Henrique Ferreira do Amaral Dal Pogetto e Juliana Gadum de Lalla, por contribuírem na realização das análises estatísticas.

Ao Mestre Márcio Alves Silva e sua esposa Dra Gerane Celly Dias Bezerra-Silva pela amizade, contribuição e ensinamentos durante a realização da presente pesquisa.

A todos os funcionários do Departamento de Proteção de Plantas, pela amizade e colaboração na execução deste trabalho.

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação da UNESP/FCA pela amizade, ajuda e atenção.

Aos funcionários da Biblioteca da UNESP/FCA pela amizade, ajuda e atenção.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, por me formar como Engenheiro Agrônomo e Mestre, contribuindo diretamente em minha vida social e profissional.

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

Ao Dr. André Luiz Lourenção, pelo fornecimento de insetos para início da criação.

Aos professores de outras instituições de ensino que forneceram algumas espécies vegetais utilizadas nos experimentos.

À minha amiga Patrícia, pela amizade, companheirismo em todos os momentos e auxílio na execução deste trabalho.

Às minhas amigas Maria de Jesus Passos de Castro, e Eunice Cláudia Schlick-Souza, pelas palavras de apoio e auxílio na execução deste trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Resistência de Plantas à Insetos e Plantas Inseticidas (LARESPI), Elaine, Efrain, Paulo e Marina e Luiz, pelo convívio, momentos de descontração e auxílio em várias etapas da pesquisa.

A todas as pessoas cujos caminhos se cruzaram com os meus e que de alguma forma me auxiliaram ou incentivaram minha carreira profissional.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para realização deste trabalho, **muito obrigado!**

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XI
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	4
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
4.1 Moscas-branca.....	6
4.1.1 Características gerais.....	7
4.1.2 Subfamília Aleyrodinae.....	8
4.1.2.1 Histórico e características morfológicas de <i>Bemisia tabaci</i>	8
4.1.2.2 Características gerais de <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	9
4.1.2.3 Distribuição de <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	11
4.1.2.4 Danos e controle de <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	12
4.2 Plantas inseticidas.....	16
4.2.1 Histórico do uso de espécies vegetais com propriedades inseticidas.....	16
4.2.2 Bioatividade das plantas.....	17
4.2.2.1 Extratos botânicos.....	19
4.2.2.2 Óleos essenciais.....	22
4.3 Plantas inseticidas no manejo de <i>B. tabaci</i>	24
4.3.1 Caracterização de distintas famílias vegetais e possível uso no controle de praga..	26
4.3.1.1 Bignoniaceae.....	26
4.3.1.2 Chenopodiaceae.....	27
4.3.1.3 Geraniaceae.....	28
4.3.1.4 Lamiaceae.....	29
4.3.1.5 Meliaceae.....	31
4.3.1.6 Piperaceae.....	32
4.3.1.7 Rutaceae.....	34

4.3.1.8 Verbenaceae.....	35
5 CAPÍTULOS.....	36
I - USO DE EXTRATOS BOTÂNICOS: UMA NOVA PERSPECTIVA PARA O MANEJO DE <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM TOMATEIRO.....	36
Resumo.....	37
1 Introdução.....	38
2 Material e Métodos.....	39
2.1 Criação estoque de <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	39
2.2 Obtenção e manutenção de plantas de tomateiro.....	39
2.3 Obtenção de espécies botânicas e extrações.....	40
2.4 Efeito dos extratos aquosos no comportamento dos insetos adultos.....	40
2.5 Ação inseticida de contato.....	42
2.5.1 Efeito ovicida.....	42
2.5.2 Efeito ninficida.....	42
2.5.3 Efeito adulticida.....	43
2.6 Análises estatísticas.....	44
3 Resultados.....	44
4 Discussão.....	46
5 Agradecimentos.....	50
6 Referências.....	50
II - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E BIOATIVIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE DIFERENTES ESPÉCIES BOTÂNICAS SOBRE <i>Bemisia tabaci</i> BIÓTIPO B EM TOMATEIRO.....	65
Resumo.....	66
1 Introdução.....	67
2 Material e Métodos.....	68
2.1 Criação estoque de <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	68
2.2 Obtenção e manutenção de plantas de tomateiro.....	68
2.3 Extração de óleos essenciais das spp. Botânicas.....	69

2.4 Efeito dos óleos essenciais no comportamento dos insetos adultos.....	70
2.5 Biensaios de fumigação sobre adultos e ninfas de <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	72
2.6 Análises estatísticas.....	73
3 Resultados.....	74
4 Discussão.....	76
5 Agradecimentos.....	79
6 Referências.....	79
6 CONCLUSÕES.....	91
7 REFERÊNCIAS	92

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Relação de espécies botânicas investigadas e respectivas características.....	56
Tabela 2. Inibição causada por extratos aquosos e o inseticida tiametoxam sobre adultos de <i>B. tabaci</i> biótipo B em folíolos de tomateiro após 24 horas da pulverização (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).....	57
Tabela 3. Inibição causada por extratos aquosos e o inseticida tiametoxam sobre a oviposição de <i>B. tabaci</i> biótipo B em folíolos de tomateiro após 24 horas da pulverização (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).....	58
Tabela 4. Mortalidade média (± EP) de ninfas de <i>B. tabaci</i> biótipo B em folíolos de tomateiro, após a aplicação dos extratos aquosos em diferentes períodos de avaliação (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).....	59
Tabela 5. Mortalidade média (± EP) de adultos de <i>B. tabaci</i> biótipo B em folíolos de tomateiro, após a aplicação dos extratos aquosos em diferentes períodos de avaliação (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).....	60

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Inibição causada por óleos essenciais e o inseticida tiametoxam sobre adultos de <i>B. tabaci</i> biótipo B em folíolos de tomateiro após 24 horas da pulverização (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).....	84
Tabela 2. Inibição causada por óleos essenciais e o inseticida tiametoxam sobre a oviposição de <i>B. tabaci</i> biótipo B em folíolos de tomateiro após 24 horas da pulverização (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).....	85
Tabela 3. Porcentagem média (± EP) da mortalidade de adultos de <i>B. tabaci</i> biótipo B obtidas após exposição a óleos essenciais em diferentes concentrações e períodos, durante teste de fumigação (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).....	86
Tabela 4. Tempo letal 50% de óleos essenciais sobre adultos de <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	87
Tabela 5. Concentração letal 50% de óleos essenciais sobre adultos de <i>B. tabaci</i> biótipo B em diferentes períodos.....	87
Tabela 6. Porcentagem média (± EP) da mortalidade de ninfas de <i>B. tabaci</i> biótipo B obtidas após exposição a óleos essenciais em diferentes concentrações e períodos, durante teste de fumigação (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).....	88
Tabela 7. Atividade inseticida de <i>M. alliacea</i> sobre ninfas de <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	89
Tabela 8. Componentes majoritários presentes nos óleos essenciais testados sobre <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	89

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1** (A) Características gerais da gaiola utilizada no experimento em que foi avaliado o efeito dos extratos aquosos no comportamento dos insetos adultos de *B. tabaci* biótipo B. (B) Frascos de vidro contendo água e folíolos de tomateiro pulverizados com água e tratamento (extratos e tiametoxam). (C) Experimento montado..... 61
- Figura 2** Folha de tomateiro contendo três folíolos inserida no interior de canudo plástico e acondicionada em recipiente de vidro (9 x 2,5 cm) vedado com membrana de látex..... 62
- Figura 3** (A) Características gerais da gaiola utilizada no experimento adulticida. (B) “Névoa” produzida pelo inalador “ST SUPER-NS”. (C) Gaiola contendo a muda de tomateiro inserida posteriormente a liberação dos insetos adultos de *B. tabaci* biótipo B e nebulização dos tratamentos..... 62
- Figura 4** Percentagem média (\pm EP) de ninfas não eclodidas de *B. tabaci* biótipo B em folíolos de tomateiro pulverizados com diferentes extratos vegetais. Para análise estatística os dados foram transformados em $\arccos(x/100)^{1/2}$. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) ($T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2$; UR = $65 \pm 10\%$; fotofase = 14h)..... 63
- Figura 5** Eficiência de controle dos extratos aquosos aplicados sobre os ovos de *B. tabaci* biótipo B. Cálculo feito com base no número médio de ninfas não eclodidas aos 10 DAP ($T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2$; UR = $65 \pm 10\%$; fotofase = 14h)..... 63
- Figura 6** Número médio (\pm EP) de ninfas vivas de *B. tabaci* biótipo B, em diferentes estádios de desenvolvimento, contabilizadas aos 9 DAP. Para análise estatística os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) ($T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2$; UR = $65 \pm 10\%$; fotofase = 14h)..... 64

CAPÍTULO II

- Figura 1** (A) Gaiola utilizada no teste de fumigação sobre insetos adultos de *B. tabaci* biótipo B. (B) Insetos adultos mortos visualizados na cartolina preta após volatilização do tratamento..... 90
- Figura 2** (A) Folha de tomateiro com três folíolos inserida em recipiente de vidro (10 mL) com água destilada, cada um contendo 30 ninfas (N2) em uma área demarcada por *glitter*. (B) Gaiola utilizada no teste de fumigação sobre ninfas de *B. tabaci* biótipo B..... 90

EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E EXTRATOS DE DIFERENTES ESPÉCIES BOTÂNICAS SOBRE *Bemisia tabaci* (Gennadius) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM TOMATEIRO. Botucatu, 2012. 106p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista.

Autor: THIAGO LUIS MARTINS FANELA

Orientador: EDSON LUIZ LOPES BALDIN

Co-orientador: CARLOS FREDERICO WILCKEN

1 RESUMO

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B, é uma praga de grande importância na cultura do tomateiro em todos os sistemas de cultivo. O controle é feito, comumente, utilizando-se inseticidas sintéticos; entretanto, devido aos conhecidos problemas socioambientais que essa tática apresenta, justifica-se o desenvolvimento de métodos alternativos de controle. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de extratos aquosos a 3% e óleos essenciais em diferentes concentrações provenientes de diferentes espécies vegetais (*Azadiracta indica* A. Juss, *Chenopodium ambrosioides* L., *Mentha pulegium* L., *Mansoa alliacea* (Lam.) A. Gentry, *Piper aduncum* L., *Piper callosum* Ruiz & Pav., *Pelargonium graveolens* L'Her, *Plectranthus neochilus* Schltr., *Ruta graveolens* L., *Trichilia casaretti* C. DC., *Toona ciliata* M. Roemer, *Trichilia pallida* Swartz e *Vitex agnus-castus* L.) sobre *B. tabaci* biótipo B em tomateiro. Para tanto, foram realizados testes avaliando o efeito dos extratos aquosos e óleos essenciais no comportamento dos insetos adultos (aproximação e oviposição) e atividade inseticida (mortalidade) em condições de laboratório. Constatou-se que o extrato aquoso de *T. ciliata* diminuiu o número de insetos adultos e ovos em folíolos de tomateiro. O extrato aquoso de *P. aduncum* apresentou o maior efeito ovicida (eficiência de controle de 78,41%) e o extrato de *T. pallida* causou a maior mortalidade de ninfas e adultos de mosca-branca (eficiências de controle de 67,95% e 72,80%, respectivamente). O óleo essencial de *P. callosum* foi o mais eficiente na redução de adultos e ovos de mosca-branca nos folíolos de tomateiro. Quanto ao efeito fumigante, o óleo essencial de *M. alliacea* foi o mais eficaz, tanto para ninfas como para adultos, atingindo 100% de controle

para ambas as formas da mosca-branca. Para este óleo, em insetos adultos, a CL_{50} após 6 horas de fumigação foi de $0,07\mu\text{L/L}$ de ar e o TL_{50} na maior concentração foi de 1,98 horas. Em ninfas, a CL_{50} foi de $0,41\mu\text{L/L}$ de ar às 72 horas e o TL_{50} na concentração $1,00\mu\text{L/L}$ a foi igual a 30,02 horas e seus componentes majoritários identificados foram os compostos organosulfurados.

Palavras-chave: mosca-branca, inseticidas botânicos, extratos vegetais, óleos voláteis, *Solanum lycopersicum*.

EFFECT OF ESSENTIAL OILS AND EXTRACTS FROM DIFFERENT BOTANICAL SPECIES ON *Bemisia tabaci* (Gennadius) BIOTYPE B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) IN TOMATO. Botucatu, 2012. 106p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista.

Author: THIAGO LUIS MARTINS FANELA

Adviser: EDSON LUIZ LOPES BALDIN

Co-adviser: CARLOS FREDERICO WILCKEN

2 SUMMARY

Bemisia tabaci (Genn.) biotype B is an important pest of tomato plants. In addition to the direct damage by sucking sap, the insect is also a vector of phytovirus. Aiming to evaluate the possible alternative methods of control this pest tests were conducted under laboratory conditions using aqueous extracts at 3% (weight/volume) and essential oils in different concentrations, evaluating the effect on behavior of adult insects (approach and oviposition) and insecticidal activity (mortality), from thirteen different plant species (*Azadiracta indica* A. Juss, *Chenopodium ambrosioides* L., *Mentha pulegium* L., *Mansoa alliacea* (Lam.) A. Gentry, *Piper aduncum* L., *Piper callosum* Ruiz & Pav., *Pelargonium graveolens* L'Her, *Plectranthus neochilus* Schltr., *Ruta graveolens* L., *Trichilia casaretti* C. DC., *Toona ciliata* M. Roemer, *Trichilia pallida* Swartz e *Vitex agnus-castus* L.) in tomato. The results showed that extract from leaves of *T. ciliata* was the most effective in reducing adults and eggs of whitefly on tomato leaflets. *P. aduncum* extract was the most efficiency treatment in reducing the nymphs hatched (control efficiency of 78.41%). *T. pallida* extract was more efficient by causing higher mortality rate against the insect with control efficiency of 67.95% (nymphs) and 72.80% (adults). The essential oil of *P. callosum* was the most effective in reducing adults and eggs of whitefly on tomato leaflets. The essential oil of *M. alliacea* caused the highest mortality in nymphs and adults. For adults, LC₅₀ after 6 hours was 0.07 µL/L of air and LT₅₀ at the highest concentration was 1.98 hours. For nymphs, LC₅₀ calculated after 72 hours fumigation was 0.41 µL/L of air and LT₅₀ at the highest concentration was 30.02 hours. The major compounds found were organosulfur.

Keywords: whitefly, botanical insecticides, botanical extracts volatile oils, *Solanum lycopersicum*.

3 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é cultivado em todas as regiões brasileiras devido à importância socioeconômica que possui em âmbito nacional e internacional. Trata-se de uma cultura geradora de renda e emprego em sua cadeia produtiva (SILVA; GIORDANO, 2000). O Brasil está entre os dez maiores países produtores de tomate, sendo a China responsável pelo maior volume de produção (AGRIANUAL, 2011). O fruto do tomateiro apresenta propriedades alimentícias benéficas ao homem.

Em algumas regiões brasileiras, o cultivo do tomateiro não é fácil em razão de a cultura apresentar elevada suscetibilidade a pragas e doenças (SOUZA; REZENDE, 2006). Entre as pragas com elevado potencial de danos para a cultura do tomate, a mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), se destaca como uma das mais prejudiciais (VILLAS BÔAS et al., 1997).

As perdas na produção de tomate ocasionadas pelo ataque dessa mosca-branca podem atingir 100%. Os danos diretos são provocados pela sucção da seiva da região do floema, comprometendo a capacidade fotossintética da planta, favorecendo a formação de fumagina, provocando amadurecimento irregular do fruto, os quais ficam com aspecto esponjoso e alterando a consistência da polpa (GALLO et al., 2002). Os danos indiretos são caracterizados pela transmissão de vírus do grupo dos geminivírus, os quais provocam nanismo acentuado, enrugamento das folhas terminais e amarelecimento completo da planta (SILVA; CARVALHO, 2004).

No Submédio do Vale do São Francisco, considerado durante vários anos o maior produtor de tomate industrial do país, a redução da área cultivada e a desestabilização da tomaticultura, foram atribuídas à política de incentivos à fruticultura irrigada e ocorrência de *B. tabaci* biótipo B, entre outros fatores (HAJI et al., 2005).

O uso de inseticidas sintéticos é o método mais empregado no controle de *B. tabaci* (HAJI et al., 2005). No entanto, é sabido que o uso contínuo e indiscriminado desses produtos químicos pode ocasionar desequilíbrios ao meio ambiente, eliminar artrópodes benéficos e favorecer à rápida seleção de indivíduos resistentes a esses produtos (PRABHAKER et al., 1998; SILVA et al., 2009).

A agricultura brasileira vem avançando lentamente na busca de tecnologias e processos que minimizem problemas de poluição e degradação dos recursos naturais e que, ao mesmo tempo, ofereçam produtos seguros para a saúde do consumidor final. Numa tentativa de reduzir esses problemas causados pelos produtos sintéticos, vem crescendo o número de pesquisas com produtos naturais (inseticidas botânicos) que surgem como uma alternativa no MIP. Diante desta realidade, faz-se necessário reduzir o volume de produtos químicos aplicados nas lavouras de tomate e utilizar métodos alternativos no controle de *B. tabaci* biótipo B. Por ser menos agressivo ao homem e ao meio ambiente, o uso de extratos botânicos com atividades inseticida e/ou insetistática vem despontando como uma alternativa viável para o manejo desta praga (BOGORNI; VENDRAMIM, 2005).

Outro método de controle alternativo que tem sido bastante investigado é a utilização de óleos essenciais, também denominados de óleos voláteis ou etéreos (SIMÕES; SPTIZER, 2003). Seus efeitos tóxicos, não locomotores e repelentes sobre insetos-praga de produtos armazenados e de cultivos em casa de vegetação têm despertado interesse nessa última década (ASLAN et al., 2004). Considerando-se que *B. tabaci* é apontada como importante praga tanto em condição de campo como em ambiente protegido, o uso de óleos essenciais pode representar uma nova ferramenta para o manejo do inseto.

Nesse sentido, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar a utilização de extratos aquosos e óleos essenciais de 13 espécies botânicas no controle de *B. tabaci* biótipo B e a presente dissertação foi dividida em dois capítulos.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Moscas-branca

Os insetos conhecidos como moscas-branca pertencem à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha e família Aleyrodidae, a qual é subdividida em duas subfamílias: Aleyrodicinae e Aleyrodinae. No entanto, existe a sugestão de inclusão de uma terceira subfamília, Udamoselinae (BYRNE; BELLOWS JUNIOR, 1991).

Mound e Halsey (1978) forneceram um catálogo abrangente da fauna de mosca-branca no mundo, com 1.156 espécies em 126 gêneros. Martin e Mound (2007) listaram em catálogo 1.556 espécies de Aleyrodidae em 161 gêneros, pertencentes a três subfamílias existentes (Aleyrodicinae, Aleyrodinae e Udamoselinae) e uma fósil (Bernaeinae).

No entanto, a subfamília Udamoselinae, à qual pertencem as chamadas “moscas-brancas gigantes”, é motivo de quase 100 anos de controvérsias entre entomologistas, devido à sua existência duvidosa. A espécie *Udamoselis pigmentaria* Enderlein foi descrita baseada no estudo da venação das asas de um único adulto macho, cujo paradeiro é desconhecido (ALONSO, 2009). Da mesma forma, *U. estrellamarinae* é descrita baseada apenas em adultos, encontrados no Equador (MARTIN, 2007). Em ambos os casos, a inexistência de pupários coletados limitou o conhecimento sobre a subfamília (ALONSO, 2009).

4.1.1 Características gerais

Os aleirodídeos pertencem à subordem Sternorrhyncha, cuja anatomia é caracterizada pela existência de uma câmara filtradora no intestino, por onde o excesso de líquido sugado passa diretamente do início para o final do tubo digestivo, sendo eliminado pelo ânus sob a forma de gotículas. Isso possibilita a estes insetos a sucção contínua da seiva, onde se aproveita apenas o suco alimentar concentrado e de fácil absorção. A cabeça é opistognata, com o rostro emergindo da parte posterior da cabeça, aparentemente entre as pernas anteriores (GALLO et al., 2002; BALDIN; FUJIHARA, 2011).

A família Aleyrodidae é mais estreitamente relacionada com a família Psyllidae. Nestes dois grupos, os indivíduos adultos têm dois segmentos tarsais que são quase do mesmo tamanho. Em contraste com as superfamílias Coccoidea e Aphidoidea que tem o primeiro segmento tarsal reduzido ou ausente (BINK-MOENEN; MOUND, 1990).

O desenvolvimento pós-embriônico das moscas-brancas é hemimetabólico, apresentando uma variação deste tipo de desenvolvimento caracterizada pela existência de uma fase que não se locomove e nem se alimenta, denominada de ninfa IV, ou, “pupário” (GALLO et al., 2002). Assim sendo, durante o seu ciclo de vida estes insetos passam pela fase de ovo, ninfa (compreendendo: ninfa I, II, III, e IV) e adulto (LIMA; LARA, 2001).

Os ovos são elípticos, pedunculados e quase que exclusivamente depositados na superfície abaxial das folhas. O período de incubação dos ovos é variável, mas em geral é de aproximadamente 12 dias. A temperatura do ambiente parece ter considerável influência na duração deste estágio (ALONSO, 2009).

A ninfa I é dotada de mobilidade. As pernas e antenas dos ínstaes II e III são atrofiadas, sendo estes, portanto, sésseis. Da ninfa IV emerge o adulto, por uma ruptura em formato de “T” invertido localizada na parte cefálica do pupário. As formas imaturas apresentam formato achatado, de contorno elíptico, ovalar ou subcircular e com um orifício posicionado no dorso do abdômen, mais ou menos aproximado da borda posterior, conhecido como orifício vasiforme. Este órgão é composto de duas partes: opérculo e língula, cujo aspecto característico permite a distinção dos aleirodídeos dos demais Sternorrhyncha (MOUND; HALSEY, 1978).

O adulto de mosca-branca é um inseto pequeno. Possui dois pares de asas membranosas, recobertas por uma substância pulverulenta de cor branca, de onde vem o nome comum moscas-brancas (GALLO et al., 2002).

Os olhos compostos são constrictos no meio (reniformes) e, em algumas espécies, subdivididos. Apresentam dois ocelos, próximos à margem anterior dos olhos compostos, mas esta posição é variável em diversas espécies. As pernas são longas e delgadas, com as articulações entre os segmentos não muito espessadas. A tíbia é normalmente duas vezes mais longa que o tarso, o qual termina em duas garras e um empódio (ALONSO, 2009).

4.1.2 Subfamília Aleyrodinae

4.1.2.1 Histórico e características morfológicas de *Bemisia tabaci*

Bemisia tabaci possui uma história sistemática bastante controversa que, quando combinada com variações morfológicas relacionadas à ampla gama de plantas hospedeiras, tem feito com que seus atuais estudiosos formulassem a hipótese de que se trata de um complexo de espécies, ao invés de uma simples e homogênea entidade taxonômica (PERRING, 2001).

A mosca-branca *B. tabaci* é provavelmente originária do sul da Ásia (subcontinente indiano), onde existe grande diversidade de inimigos naturais desta praga. No entanto, a espécie foi originalmente descrita pela primeira vez na Grécia como *Aleyrodes tabaci*, sendo coletadas em plantas de fumo (GENNADIUS, 1889 apud PERRING, 2001). Dez anos depois desta primeira descrição, o inseto foi coletado sobre *Physalis alkekengi* L. no sudeste dos EUA (Flórida) e classificado como *Aleyrodes inconspicua* (QUAINTANCE, 1900 apud STANSLY; NARANJO, 2010).

Essa espécie foi transferida para um novo gênero, *Bemisia*, em 1914, dando origem a espécie *Bemisia inconspicua* (QUAINTANCE; BAKER, 1914 apud PERRING, 2001). Takahashi (1936 apud PERRING, 2001) inseriu “*tabaci*” no gênero *Bemisia*, resultando na espécie *B. tabaci* (Gennadius) que perdura até os dias de hoje. Desde sua primeira descrição, a mosca-branca recebeu inúmeras designações e essas sinônimas foram reagrupadas dentro da espécie *B. tabaci*, de acordo com as descrições morfológicas. Há

41 distintas populações de *B. tabaci* em todo mundo. Destas, 24 foram designadas como biótipos específicos (PERRING, 2001). Segundo Malunphy (2010), o gênero *Bemisia* pode ser identificado usando a seguinte combinação de características:

- Cutícula normalmente pálida, ocasionalmente com pigmentação marrom;
- Suturas transversais não atingindo a margem;
- Comprimento médio do VII segmento abdominal com menos da metade do VI;
- Orifício vasiforme agudo - triangular, às vezes sinuoso lateralmente e usualmente levando a um sulco caudal pronunciado; ponta da línula tipicamente triangular-alongada, com espinhos finos, tendo um par de cerdas apicais sempre expostas, mas incluídas no orifício vasiforme;
- Presença/ausência de ornamentação dorsal e tubérculos muito variáveis dentro da espécie;

4.1.2.2 Características gerais de *B. tabaci* biótipo B

A reprodução da mosca-branca pode ocorrer de forma sexual ou partenogenética. Na reprodução sexual, a prole é constituída por machos e fêmeas e na partenogenética, apenas por machos (partenogênese arrenótoca). Os adultos são pequenos, de coloração amarelo pálida, medem de 1 a 2 mm de comprimento, sendo as fêmeas maiores que os machos; possuem dois pares de asas membranosas, recobertas por uma substância pulverulenta branca. Tanto os adultos como as ninfas, possuem aparelho bucal do tipo picador-sugador (VILLAS BÔAS, 2005).

O acasalamento geralmente ocorre logo após a emergência dos adultos (12 a 48 horas de idade) e se repete diversas vezes durante o seu ciclo. As fêmeas depositam até 300 ovos durante sua vida, sendo a fecundidade influenciada pela temperatura e pela planta hospedeira; na falta de alimento, a postura pode ser interrompida. Os ovos apresentam formato de pêra, com comprimento médio de 0,2 mm, coloração amarela nos primeiros dias e marrom quando próximo à eclosão; são depositados de modo irregular na face inferior das folhas, ficando presos por um pedúnculo curto (VILLAS BÔAS et al., 1997; QUINTELA, 2004; BORROR; DeLONG, 2011).

No primeiro ínstar, após a eclosão, as ninfas são transparentes. Possuem o corpo com forma elíptica, com a parte ventral plana e o dorso convexo. Locomovem-se sobre a folha por algumas horas ou dias até fixar-se (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989).

As ninfas de segundo e terceiro ínstars possuem as antenas e pernas atrofiadas, asas desenvolvidas internamente e permanecem fixas nas plantas, sempre se alimentando (BYRNE; BELLOWS, 1991; SALGUERO, 1993).

O quarto e último ínstar exibem certo grau de holometabolia e é constituído de três fases: na primeira, que se inicia logo após a ecdise, as ninfas são achatadas e translúcidas, semelhantes às ninfas de terceiro ínstar. A forma seguinte é mais larga, de coloração branco-opaca, apresentando processos cerosos que são característicos de cada espécie. A última fase, que precede a emergência do adulto, também denominada de “pupa”, caracteriza-se pelo amarelecimento da ninfa devido à pigmentação do corpo do adulto, aparecimento dos olhos vermelhos e a forma do adulto pode ser percebida através do tegumento da ninfa. A emergência do adulto ocorre por meio de uma ruptura em forma de “T” invertido na região ântero-dorsal do pupário (exúvia do último ínstar da ninfa) (HAJI et al., 2005; BORROR; DeLONG, 2011).

A biologia desse inseto varia principalmente de acordo com a planta hospedeira e com a temperatura. Em trabalho realizado por Villas Bôas et al. (2002), com *B. tabaci* biótipo B, verificou-se que o tempo requerido para completar o desenvolvimento de ovo a adulto sob condições controladas ($T = 28 \pm 2^\circ\text{C}$, U.R. = $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas) foi influenciado pelo hospedeiro, obtendo-se períodos mais curtos em repolho (20,5 dias), feijão-comum (21,9 dias) e tomate (22,4 dias). Para poinsettia (26,6 dias), mandioca (25,0 dias) e milho (23,8 dias), o período de desenvolvimento foi mais longo. Estes resultados indicam que a mosca-branca pode ter mais de 10 gerações por ano em diversas culturas.

De acordo com Moreira et al. (1999), nas condições da região do Vale do São Francisco, o ciclo de desenvolvimento de *B. tabaci* biótipo B em tomateiro foi de 20,49 dias, sob temperatura de $24,74 \pm 0,53^\circ\text{C}$ e $75,91 \pm 2,55\%$ de umidade relativa. O período médio de incubação dos ovos foi 7,42 dias, o primeiro estágio ninfal 1,66 dias, o segundo 3,58 dias o terceiro 3,22 dias e o quarto 4,61 dias. Baldin et al (2005) avaliaram também o ciclo de desenvolvimento deste inseto em diferentes genótipos de tomateiro em

condições de laboratório ($T = 25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $\text{UR} = 70 \pm 10\%$; fotofase = 12 horas). Para o material IAC-Santa Clara o período médio de incubação dos ovos foi de 6,1 dias e o período ninfal de 21,6 dias.

A identificação das espécies de moscas-branca é feita, geralmente, pelo pupário. A identificação através do adulto é difícil porque poucos caracteres são conhecidos (OLIVEIRA, 2001). Segundo Bellows et al. (1994), o biótipo B de *B. tabaci* se diferencia no último ínstar ninfal pela ausência de uma seta submarginal disposta anteriormente na região dorsal, que se encontra em ninfas de *B. tabaci* biótipo A. Outra diferença pode ser observada com relação às projeções cerosas marginais das dobras traqueais torácicas posteriores, que no biótipo B são estreitas, caracterizadas por filamentos cerosos curtos e frágeis; já em *B. tabaci* essas projeções são mais largas e robustas.

4.1.2.3 Distribuição de *B. tabaci* biótipo B

Bemisia tabaci foi introduzida na Europa, bacia do Mediterrâneo, África, Ásia, América Central, América do Sul (Argentina, Brasil, Colômbia e Venezuela) e bacia do Caribe devido ao comércio e transporte de plantas ornamentais pelo homem (BROWN et al., 1995).

Mundialmente, desde seu primeiro relato, em 1889, e até recentemente, *B. tabaci* era considerada uma praga de expressão secundária. A grande variabilidade de raças ou biótipos de *B. tabaci* e as mudanças nos sistemas agrícolas de produção contribuíram para que esta espécie se transformasse em umas das principais pragas de expressão primária. O primeiro surto deste inseto em terras brasileiras data de 1968, nos municípios de Monte Castelo e Santa Isabel (PR) em plantas de feijão, algodão e soja. Em 1972-1973, o inseto foi encontrado na região de Ourinhos (SP) em plantas de algodão e soja (COSTA et al., 1973).

Altas populações de *B. tabaci* foram relatadas na região de Campinas (SP) em plantas de tomate, no entanto foi detectado o amarelecimento irregular dos frutos, levando à suspeita de que o biótipo B de *B. tabaci*, até então de ocorrência comum em outros países das Américas, havia entrado no país (MELO, 1992).

Esse novo biótipo (*Bemisia tabaci* biótipo B ou *Bemisia argentifolli*) foi introduzido no Brasil, provavelmente através da planta ornamental poinsettia ou bico-de-papagaio (*Euphorbia pulcherrima* Willd.), tendo sido registrada no estado de São Paulo em 1990 (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994) e no Distrito Federal em 1993 (FRANÇA et al., 1996). Em poucos anos esta praga se disseminou praticamente para todos os polos agrícolas do país (LOURENÇÃO et al., 2011). No Nordeste, foi registrada em 1995 em Petrolina-PE e no Piauí em 1997, atacando diversas espécies vegetais cultivadas, como o feijão-caupi (SILVA, 1998). No Maranhão, sua presença foi constatada em 1998 na região de Balsas, nas culturas de caupi e soja (SILVA, et al., 2004).

Bemisia tabaci tornou-se um inseto muito estudado em todo o mundo a partir da década de 80, após a ocorrência de surtos populacionais do biótipo B em diversos países, com danos ocasionados em uma ampla gama de culturas (BROWN et al., 1995). O elevado potencial reprodutivo, tamanho reduzido e alta capacidade de dispersão desta espécie são responsáveis por seu status de praga em todo o mundo (MUSA; REN, 2005).

Em função do elevado potencial de adaptação a diferentes hospedeiros, acredita-se que o número de plantas hospedeiras de *B. tabaci* biótipo B possa chegar a 700 espécies (OLIVEIRA, 2001). Com ampla distribuição geográfica, este inseto tem ocasionado grandes perdas na produção de feijão, soja, tomate, batata, amendoim, algodão e em várias plantas ornamentais (LOURENÇÃO, NAGAI 1994; FRANÇA et al. 1996).

Entre as plantas hospedeiras da mosca-branca, destacam-se também várias espécies de plantas daninhas. Isso sugere que, na entressafra, o inseto sobrevive muitas vezes em alta população próximos às áreas de cultivo. Desta forma, não há interrupção no ciclo de vida da praga, fazendo com que no próximo cultivo a pressão de mosca-branca sobre as plantas seja ainda maior que no cultivo anterior (VILLAS BÔAS; BRANCO, 2009).

4.1.2.4 Danos e controle de *B. tabaci* biótipo B

Atualmente, a mosca-branca é considerada uma das principais pragas da agricultura mundial. Sua incidência nas áreas produtivas já ocasionou prejuízos acima de US\$ 4 bilhões, sem levar em consideração a degradação ambiental pelo uso excessivo de inseticidas utilizados no seu controle (OLIVEIRA, 2001).

Os danos provocados por *B. tabaci* biótipo B podem ser diretos ou indiretos, podendo levar as plantas à redução da produção ou até mesmo à morte, principalmente quando a praga se encontra em alta densidade populacional (HAJI et al., 2004).

Os danos diretos ocorrem quando o inseto suga a seiva das plantas, provocando alterações em seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, reduzindo a produtividade e a qualidade dos frutos (como em tomate). Alguns sintomas ocorrem em forma de desordens fisiológicas, podendo ser observados nas plantas através do prateamento de folhas (cucurbitáceas) e do branqueamento do caule (brássicas). Em poinsettia e outras ornamentais, ocorre um clareamento das veias na folhagem. Na cultura do algodoeiro, ocorre a queda precoce de folhas e as fibras tornam-se manchadas pela secreção do inseto.

Os danos indiretos são causados pela excreção de substâncias açucaradas *honeydew*, que cobrem as folhas, servindo como substrato para fungos do gênero *Capnodium*, resultando na formação da fumagina (áreas enegrecidas e pegajosas). Como consequência, o processo de fotossíntese pode ser afetado, prejudicando o desenvolvimento e a produtividade da cultura. Em poinsettia e outras plantas ornamentais, a fumagina pode ocorrer em toda a planta, comprometendo o aspecto ornamental e comercial (VILLAS BÔAS, 2005). Outro dano indireto, considerado o mais importante, ocorre quando o inseto atua como vetor de vírus, como os begomovírus que são sérios patógenos de plantas cultivadas (JONES, 2003).

Em plantas de tomateiro, *B. tabaci* biótipo B é apontada como uma das principais pragas da cultura e seu controle é dificultado pelo seu hábito de permanecer na face abaxial das folhas (VILLAS BÔAS et al., 1997). Esse inseto pode ocasionar perdas de até 100% na produção de tomate. A sucção da seiva da região do floema e ação toxicogênica resulta em amarelecimento dos frutos e alterações na consistência da polpa (GALLO et al., 2002; VILLAS BÔAS, 2005). Os geminivírus transmitidos pela praga causam amarelecimento e nanismo das plantas, além do enrugamento das folhas terminais (VILLAS BÔAS et al., 1997).

Os principais métodos de controle de moscas-branca são: a utilização de variedades resistentes; o controle biológico aplicado, principalmente em casas de vegetação; o controle químico, com o uso dos neonicotinóides e os reguladores de crescimento; a adoção de práticas culturais como rotação de culturas, destruição de restos

culturais, manejo de ervas daninhas, períodos livres de plantio e culturas armadilhas; e o manejo integrado, com o estabelecimento de métodos de amostragem, níveis de ação, inseticidas seletivos e controle biológico. (LOURENÇÃO, 2002).

Entretanto, o método mais utilizado para o controle de *B. tabaci* biótipo B é a aplicação de inseticidas químicos. O controle químico pode apresentar uma rápida resposta dentro de um programa de manejo integrado da mosca-branca, seguindo-se alguns cuidados, como a seleção do inseticida em função da eficiência do produto, alternância de produtos pertencentes a diferentes grupos químicos, seletividade sobre os inimigos naturais e insetos polinizadores, poder residual, e grau de toxicidade sobre o homem e os animais (LACERDA; CARVALHO, 2008).

O controle químico deve ser baseado em inseticidas registrados no MAPA para a cultura e iniciado com um produto do grupo dos neonicotinóides, que age sobre os adultos dos insetos, inibindo a alimentação, a capacidade de voo e movimento, reduzindo assim a oviposição. Havendo necessidade, as aplicações seguintes devem ser realizadas com um intervalo de uma semana, utilizando-se produtos de grupos químicos diferentes, objetivando evitar a rápida seleção de indivíduos resistentes aos produtos empregados (VILAS BÔAS; BRANCO, 2009).

O controle cultural consiste no emprego de práticas agrícolas conhecidas dos agricultores, sendo na maioria das vezes, preventivas e compatíveis com outros métodos de controle, além de não causar danos ao meio ambiente. De acordo com Alencar et al. (2004), essa medida consiste em modificar o ambiente de modo a torná-lo menos favorável ao desenvolvimento, sobrevivência e aos danos causados pela praga.

O controle biológico visa à supressão de populações de insetos pragas mediante à ação de seus inimigos naturais, sejam estes predadores, parasitóides ou entomopatógenos. A busca de inimigos naturais para o controle biológico de *Bemisia* spp. foi intensificada em diversas regiões do mundo, de forma que muitas espécies de predadores, parasitóides e entomopatógenos foram registradas associadas à mosca-branca (ALENCAR et al., 2004).

Gerling et al. (2001) citam que os predadores desta praga incluem artrópodes pertencentes à nove ordens e 31 famílias, incluindo joaninhas (Coccinellidae), percevejos (Miridae, Anthocoridae), crisopídeos (Chrysopidae, Coniopterygidae), ácaros

(Phytoseiidae) e aranhas (Aranae). Recentemente, Baldin et al. (2011) reportaram grande potencial da joaninha *Delphastus davidsoni* Gordon como predadora dessa mesma mosca-branca em plantas de couve-de-folha. Dentre os parasitóides, os mais estudados pertencem aos gêneros *Encarsia*, *Eretmocerus*, *Metaphicus* e *Amitus* (GERLING et al, 2001). Com relação à entomopatógenos, diversos isolados mais virulentos dos fungos *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Aschersonia aleyrodis* e *Beauveria bassiana* são os mais promissores com ação sobre moscas-branca (LACERDA; CARVALHO, 2008). No Brasil já foram registrados alguns deles infectando o biótipo B de *B. tabaci*, como *Aschersonia* cf. *goldiana* em plantas de soja no estado de São Paulo (LOURENÇÃO et al., 1999), e *Verticillium lecanii*, em lavoura de soja no Estado do Maranhão (LOURENÇÃO et al., 2001).

A utilização constante de produtos químicos constitui-se em uma das principais causas de desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas, provocando fenômenos como ressurgência de pragas, aumento de pragas inicialmente consideradas de importância secundária e seleção de insetos resistentes (GALLO et al., 2002), além de acarretar inúmeras consequências para o homem através de contaminações e intoxicações agudas e crônicas (HAJI et al., 2005).

O elevado potencial que a mosca-branca possui de desenvolver resistência a inseticidas representa uma grande preocupação, principalmente quando são feitas repetidas aplicações de um mesmo ingrediente ativo, sendo de grande importância o monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (VILLAS BÔAS et al., 1997).

O manejo de *B. tabaci* biótipo B representa um grande desafio para produtores e pesquisadores. As medidas de controle para essa praga não têm apresentado a eficiência desejada, devido à grande capacidade reprodutiva e de adaptação a condições adversas, elevado potencial para desenvolver resistência aos inseticidas, além de possuir um grande número de plantas hospedeiras e ser vetora de geminivírus (ALENCAR et al., 2004).

Diante deste cenário, alguns métodos alternativos têm sido estudados para o manejo do inseto, incluindo-se, dentre eles o uso de extratos de plantas de diversas famílias botânicas (SOUZA, VENDRAMIM, 2000) e também seus óleos essenciais (SIMÕES; SPTIZER, 2003).

4.2 Plantas inseticidas

4.2.1 Histórico do uso de espécies vegetais com propriedades inseticidas

Os primeiros inseticidas botânicos utilizados no controle de pragas foram a nicotina, extraída do fumo *Nicotiana tabacum* L.; a rianodina, extraída de *Ryania speciosa* Vahl; a sabadila, oriunda de *Schoenocaulon officinale* (Schlect. e Cham.) A. Gray; a piretrina, proveniente de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Trev.); e a rotenona, extraída de *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp. (LAGUNES; RODRÍGUES, 1989; GALLO et al., 2002)

Durante os primeiros 50 anos do século XX, predominaram no controle de pragas agrícolas inseticidas naturais de origem orgânica e inorgânica. Dentre os produtos inorgânicos os arseniatos mostravam-se extremamente tóxicos ao homem, animais superiores e ao ambiente (VIEIRA et al., 2001 apud BEZERRA, 2009). Entretanto, aspectos como variações na eficiência do controle, devido às diferenças na concentração do ingrediente ativo entre plantas e, principalmente os baixos efeitos residuais, exigindo várias aplicações em períodos curtos, fizeram com que os inseticidas vegetais fossem gradativamente substituídos pelos sintéticos (MACHADO et al., 2007).

Os inseticidas “modernos”, representados pelos organoclorados, organofosforados, carbamatos e acaricidas difenílicos, surgiram durante a 2ª Grande Guerra. No período, o inseticida DDT abriu um novo caminho para o desenvolvimento de compostos orgânicos sintéticos como inseticidas (BOYCE, 1974 apud SAITO; LUCCHINI, 1998).

Apesar da utilização desses inseticidas sintéticos ter contribuído para um incremento significativo, especialmente em grãos, assim como dos avanços obtidos no desenvolvimento de estratégias para o uso mais seguro desses produtos dentro do manejo de pragas, a partir da década de 60, devido aos malefícios observados referentes à aplicação sistemática destes produtos químicos “modernos” (resistência de insetos e ácaros a agrotóxicos; ressurgência de pragas; desequilíbrios biológicos, intoxicação do homem, etc.), a proteção ao homem e ao meio ambiente começou a preocupar cientistas, usuários e consumidores (CAMPANHOLA, 1990; MENEZES, 2005).

Com base nisso, pesquisas com inseticidas botânicos foram reativadas e voltaram a receber grande atenção nas últimas décadas (VIEGAS JÚNIOR, 2003). Elas

objetivam basicamente: a descoberta de moléculas com atividade contra insetos que permitam a síntese de novos produtos inseticidas e a obtenção de inseticidas naturais para o uso direto no controle de insetos-praga (GALLO et al., 2002). Afortunadamente, o interesse em desenvolver e usar produtos botânicos para o manejo de pragas está novamente aumentando nos últimos anos, estimando-se um crescimento anual na ordem de 10 a 15% (ISMAN, 1997).

São inúmeras as espécies de plantas detentoras de características inseticidas. Entre estas, as presentes na família Meliaceae são as mais estudadas, devido ao isolamento do limonóide azadiractina em plantas de nim, *Azadirachta indica* A. Juss, (BUTTERWORTH; MORGAN, 1968). Esta família se destaca também, tanto pelo número de espécies vegetais inseticidas, como pela eficiência de seus extratos (ROEL et al., 2000).

4.2.2 Bioatividade das plantas

Os vegetais produzem uma ampla variedade de compostos orgânicos que parecem não ter função direta no seu crescimento e desenvolvimento. Tais substâncias são denominadas metabólitos secundários, as quais permaneceram desconhecidas durante muitos. Os estudos sobre esses compostos foram iniciados pelos químicos orgânicos do século XIX e início do século XX, com particular interesse no desenvolvimento de drogas medicinais, venenos, aromatizantes e materiais industriais. No entanto, mais recentemente foi sugerido que muito dos produtos do metabolismo secundário tem funções ecológicas importantes nos vegetais, tais como, proteção das plantas contra os herbívoros e microorganismos patogênicos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Harbone (1982 apud SAITO; LUCCHINI, 1998), em seu livro “Introduction to Ecological Biochemistry”, faz muitas considerações sobre a coevolução das plantas e outros organismos e as adaptações ao meio em que vivem. Uma delas é a constatação de que as plantas ainda dominam nossa paisagem, apesar da enorme população de herbívoros, desde insetos até animais de maior porte e isso é provavelmente decorrente dos mecanismos de defesa que elas adquiriram ao longo do tempo. Segundo esses autores, as plantas têm produzido uma série de compostos químicos, ao longo de milhares de anos, não diretamente relacionados ao metabolismo básico, através de mutações e recombinações atuais.

Os compostos orgânicos produzidos pelas plantas podem apresentar características repelentes, deterrentes alimentares e de oviposição, inibidores de crescimento, esterilizantes e toxinas, formando uma defesa de característica química contra organismos e microorganismos invasores que venham a comprometer seu desenvolvimento (SAXENA, 1989). Essas substâncias químicas podem ser agrupadas em cinco grupos químicos majoritários: compostos nitrogenados (principalmente alcalóides), terpenóides, fenólicos, inibidores de proteinase e reguladores de crescimento (MAIA; MOORE, 2011).

São inúmeras as plantas que possuem estas substâncias bioativas, e muitas delas precisam ser estudadas e introduzidas, quando possível, nas propriedades agrícolas como forma alternativa no controle de pragas (MENEZES, 2005). Nesse sentido, o Brasil é um dos países com maior potencial. Devido à nossa ampla biodiversidade, detemos 20% de aproximadamente 250 mil espécies que compõem a flora no planeta. Além disso, nosso país abriga a maior floresta equatorial e tropical úmida do mundo (PINTO et al., 2002).

Plantas com atividade alelopática são encontradas em diferentes famílias, e as espécies botânicas mais promissoras, como fonte de substâncias inseticidas, pertencem às famílias Anarcadiaceae, Anonaceae, Asteraceae, Cannellaceae, Lamiaceae, Leguminosae, Meliaceae, Mirtaceae e Rutaceae (JACBSON, 1989 apud CAVALCANTE et al., 2006).

Os produtos naturais botânicos podem ser utilizados na forma de extratos, pós e óleos e o objetivo principal dessas substâncias é reduzir o crescimento da população de pragas. A mortalidade do inseto é apenas um dos efeitos desejáveis e, geralmente, necessita de concentrações muito elevadas (GALLO et al., 2002). O uso de extratos botânicos, inclusive os compostos aleloquímicos como os óleos essenciais, foram empregados no controle de insetos antes do advento das substâncias orgânicas sintéticas (REGNAULT-ROGER, 1997).

Produtos naturais extraídos de plantas são considerados uma fonte de substâncias bioativas compatíveis com programas de manejo integrado de pragas (MIP). Essa prática pode ser adotada em conjunto com outros métodos de controle de pragas, mantendo o equilíbrio ambiental, sem deixar resíduos químicos, sem ação tóxica aos animais e ao homem reduzindo os efeitos negativos ocasionados pelos produtos químicos comerciais sintéticos (TORRES et al., 2006).

4.2.2.1 Extratos botânicos

O uso de extratos vegetais é uma das formas de se utilizar as plantas com bioatividade no controle de pragas agrícolas. Os extratos são denominados aquosos, quando o solvente é a água, e orgânicos, quando os solventes são substâncias orgânicas como metanol, etanol, acetona, álcool, clorofórmio, hexano, etc. (GALLO et al., 2002).

A atividade dos extratos botânicos de algumas plantas inseticidas sobre seus alvos depende do solvente utilizado na extração dos seus compostos (SILVA et al., 2005), bem como da parte da planta utilizada e/ou da forma de extração. Gnoatto et al. (2007), estudando dois métodos de extração (Soxhlet e decocção) de metilxantinas em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), demonstraram que a metodologia de extração influencia diretamente no teor destes compostos. Segundo Martinez (2011), o ingrediente ativo azadiractina, presente na árvore de nim, pode ser obtido mais facilmente por meio de extração metanólica.

Para avaliar a bioatividade sobre o inseto alvo, os alimentos (folhas, grãos) ou as posturas são imersas por determinados períodos nos extratos, ou então estes são aplicados em dietas artificiais ou sobre as pragas e hospedeiros (MACHADO, 2007). Fernandes et al. (1996) descreveram como efeitos dos extratos nos insetos: inibição da alimentação ou deterrência, redução de consumo alimentar, atraso no desenvolvimento, deformações, esterilidade dos indivíduos adultos e mortalidade.

Trindade et al. (2000) estudaram o efeito tóxico do extrato metanólico de sementes de nim sobre a mortalidade de ovos e lagartas de *Tuta absoluta* L. Ovos com 24 horas de idade foram pulverizados com o extrato nas concentrações de 1000; 500; 250; 125 e 62,5mg/L. O extrato não afetou a viabilidade dos ovos, embora os valores tenham variado de 51,7% a 80,6%. Para o efeito nas lagartas foram testadas as concentrações de 2000; 4000; 6000 e 8000mg/L. Quatro dias após a pulverização dos extratos, ocorreram mortalidades de 82, 68, 94,7 e 100%. No sexto dia, todas as concentrações testadas ocasionaram 100% de mortalidade na fase larval.

Gonçalves-Gervásio e Vendramim (2007) analisaram as atividades translaminar, sistêmica e de contato do extrato aquoso de semente de *A. indica* nas concentrações 0,5; 1,0; 5,0; 10,0 g por 100 mL de água sobre *T. absoluta*. Quando os extratos foram aplicados no solo, em vasos contendo plantas de tomate, houve mortalidade de 48,3 a

100% das lagartas, revelando que os extratos foram absorvidos e translocados nas plantas. Também ocorreu mortalidade larval de 57 a 100%, quando os extratos foram aplicados na superfície adaxial evidenciando efeito translaminar. Quando a aplicação foi feita diretamente em lagartas com seis dias de idade, observou-se a mortalidade de 52,4 a 95,4%, demonstrando a ação de contato e seu potencial para controle da traça-do-tomateiro.

Torres et al. (2006) verificaram que houve deformação de adultos de *Plutella xylostella* L. provenientes de lagartas alimentadas com folhas tratadas com extratos de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. e *Melia azedarach* L., sendo que o extrato de *A. indica* foi o que causou maior deformação. Todos os extratos apresentaram efeito tóxico para ovos de *P. xylostella*, sendo este dependente do aumento da concentração. Nos extratos de casca de *A. pyrifolium*, do fruto de *M. azedarach* e da amêndoa de *A. indica*, observou-se ação ovicida quando usados na concentração letal para lagartas de primeiro ínstar do inseto-praga.

Bezerra-Silva et al. (2010) avaliaram o efeito de diferentes extratos orgânicos de *A. indica*, *M. azedarach*, *Toona ciliata* M. J. Roem. e *Trichilia pallida* Swartz (Rutales: Meliaceae) sobre ovos e ninfas de *B. tabaci* biótipo B. Os extratos em diclorometano de folhas e ramos das meliáceas afetaram significativamente a sobrevivência de ovos e ninfas da mosca-branca. Os extratos em etanol afetaram a fase de ninfa, mas não apresentaram atividade ovicida. Baldin et al. (2007a) constataram que extratos aquosos à base de sementes de *A. indica* e ramos e folhas de *T. pallida* reduziram a oviposição e a presença de insetos adultos de *B. tabaci* biótipo B no genótipo de tomateiro IAC-Santa Clara, bem como proporcionou também o aumento na mortalidade de ninfas.

Baldin et al. (2007b) avaliaram a atratividade, preferência para oviposição e atividade inseticida via sistema radicular em tomateiro *B. tabaci* biótipo B utilizando extratos aquosos de diferentes espécies vegetais. Os autores constataram que apenas *A. indica* afetou o inseto, provocando tendência de redução no número de adultos atraídos e deterrência para oviposição. Quando usado por via sistêmica, o extrato de *A. indica* provocou aumento significativo na mortalidade de ninfas, embora não tenha afetado o período de desenvolvimento (ovo-adulto) do inseto.

Bogorni e Vendramim (2003) avaliaram a eficiência de extratos aquosos de ramos e folhas de seis espécies de *Trichilia* em comparação com a do extrato aquoso de sementes de *A. indica* sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) em

condição de laboratório. Para cada uma das seis espécies testadas, pelo menos uma das estruturas afetou o desenvolvimento do inseto. O extrato de folhas de *T. pallens* causou mortalidade larval semelhante à causada pelo extrato de nim; os extratos de ramos de *T. pallens* e de ramos e folhas de *T. pallida*, embora menos eficientes, também reduziram a sobrevivência e peso larval do inseto.

Os mosquitos são os principais vetores de muitas doenças humanas como a dengue, febre amarela, malária entre outras. O controle de tais vetores tem se tornado difícil devido à resistência deles pelos inseticidas sintéticos e o uso de substâncias naturais obtidas de plantas é uma alternativa para o controle desses insetos (BOWERS, 1992; POHLIT et al., 2011). O uso de substâncias repelentes é uma importante ferramenta na redução do risco de contração destas moléstias (RANSON et al., 2001).

Rajkumar e Jebanesan (2005) avaliaram atividade de repelência e deterrência à oviposição do extrato orgânico de *Solanum trilobatum* L. (Solanaceae) em mosquito adulto da espécie *Anopheles stephensi* Liston em condições de laboratório. As concentrações de 0,001, 0,025, 0,05, 0,075 e 0,1% reduziram a oviposição em até 99%. Quanto ao teste de repelência, as concentrações de 0,001, 0,005, 0,01, 0,015 e 0,02% ocasionaram uma proteção contra a picada do mosquito por um período de 70 a 120 minutos quando comparado aos 2,2 minutos do tratamento controle (etanol). Ambos os parâmetros avaliados foram dose dependentes. Os resultados obtidos sugerem que o extrato botânico de folhas de *S. trilobatum* é um tratamento efetivo contra *A. stephensi*.

Venkatachalam e Jebanesan (2001) pesquisaram a atividade repelente do extrato matanólico de folhas de *Ferronia elephantum* Corr. em *Aedes aegypti* L. condições de laboratório. Os autores concluíram que a atividade repelente dos extratos nas concentrações 1,0 e 2,5 mg/cm² foi 100% em 2,14 h e 4 h, respectivamente.

O uso de extratos botânicos não visa apenas o controle de insetos pragas e os transmissores de doenças para o homem. Trabalhos desenvolvidos com extratos aquosos, orgânicos e óleo essencial, obtidos a partir de plantas medicinais, têm indicado o potencial das mesmas no controle de fitopatógenos, tanto por sua ação fungitóxica direta, inibindo o crescimento micelial e a germinação de conídios, quanto pela indução de fitoalexinas, indicando a presença de composto(s) com característica de elicitador(es) (SCHWAN-ESTRADA et al., 2008).

4.2.2.2 Óleos essenciais

A International Standart Organization (ISO) define os óleos essenciais ou voláteis como produtos obtidos de partes de planta mediante destilação por arraste a vapor d'água. As substâncias atraentes ou repelentes das plantas são principalmente de natureza terpênica e se apresentam como moléculas de baixo peso molecular e voláteis. Os gêneros botânicos que elaboram os compostos que constituem os óleos essenciais são distribuídos em um número limitado de famílias como Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae e Piperaceae (KNNAK; FIUZA, 2010).

Os óleos essenciais são líquidos voláteis, refrigerantes e de odor característico. Formam-se num grande número de plantas como subproduto do metabolismo secundário. Estes óleos se acumulam em certos tecidos no seio das células ou de reservatórios de essência, sob a epiderme dos pelos, das glândulas os nos espaços intracelulares (MIGUEL, 1999). A composição química depende do clima, da estação do ano, das condições geográficas, do período de colheita e da técnica de destilação (MACIEL et al., 2002).

Os principais constituintes dos óleos são os monoterpenos, seguidos pelos sesquiterpenos e pelos compostos aromáticos de baixo peso molecular. Os óleos essenciais compreendem mais de 60 componentes individuais. Os principais constituintes podem constituir até 85% do óleo, posto que os demais muitas vezes estejam presentes apenas como traços (SENATORE, 1996). Segundo Takabayashi et al. (1994), os óleos essenciais apresentam cerca de 30 a 40 compostos minoritários, em concentração inferior a 1%. Essas substâncias encontram-se nas plantas sob forma de complexos cujos componentes se integram e reforçam sua ação sobre o organismo.

Seus constituintes variam de hidrocarbonetos terpênicos, alcoóis simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres entre outros. Considerando-se que os compostos terpênicos constituem a maioria dos óleos essenciais, os monoterpenos mais comuns encontrados nos óleos voláteis são linalol, geraniol, tujona, cânfora, limoneno e outros. Entre os sesquiterpenos mais comuns encontram-se farnesol, nerolidol, bisaboleno e outros (SIMÕES et al., 2003).

Nos vegetais, os óleos essenciais desenvolvem funções relacionadas com sua volatibilidade: na atração de polinizadores, na proteção contra predadores, patógenos, perda de água, aumento na temperatura e desempenham funções ecológicas como inibidores de germinação. Essas características tornam as plantas que os produzem poderosas fontes de agentes biocidas, fato que explica seu interesse na agricultura, principalmente em vista das atividades bactericida, fungicida e inseticida (CRAVEIRO; MACHADO, 1986). Alguns óleos essenciais têm alta toxicidade, ação repelente, inibidores da alimentação, além de exercerem influência no desenvolvimento de organismos vivos, como insetos (SAITO; LUCCHINI, 1988).

A atividade repelente é o modo de ação mais comum dos óleos essenciais e de seus componentes majoritários. Por meio de contato podem interagir com o tegumento do inseto, além de atuar em enzimas digestivas e neurológicas (ISMAN, 2006). O modo de ação pode estar relacionado diretamente aos compostos terpenoides, como a inibição da acetilcolinesterase (VIEGAS JÚNIOR, 2003).

Isman et al. (2001) testaram óleos essenciais de 20 plantas em *Spodoptera litura* (Fab.). Os autores observaram que os óleos de *Satureia hortensis* L., *Thymus serpyllum* L. e *Origanum creticum* L. causaram mais de 90% da mortalidade larval e atribuíram esta atividade à presença de monoterpenoides fenólicos, timol e carvacrol, os quais foram identificados como os constituintes majoritários destas duas espécies vegetais citadas.

Souza et al. (2010) avaliaram a ação tóxica e fagoinibidora de três óleos essenciais de eucaliptos em *S. frugiperda*. Os tratamentos testados apresentaram toxicidade tópica, sendo o de *Corymbia citriodora* (Hook) K. D. Hill & L. A. S. Johnson foi o mais eficiente por ocasionar maior taxa de mortalidade. Verificou-se também que os tratamentos apresentaram atividade antialimentar em relação à testemunha. A aplicação dos óleos de *C. citriodora* e *Eucalyptus urograndis* Classif. por pulverização mostrou-se promissora na proteção do cultivo do milho.

De acordo com Fazolin et al. (2007), o óleo essencial extraído de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr) Bur. & K. Shum foi considerado tóxico para *Sitophilus zeamais* Motsh. Porcentagens de mortalidade próximas a 100% foram obtidas nas concentrações de 2 e 5% (m/v) (contato), 3, 4 e 5% (fumigação) e 10% (aplicação tópica). Os autores mostraram que o ácido cianídrico presente no óleo essencial de *T. nocturnum* pode ter

atividade inseticida ao inseto e as concentrações acima de 4 % (m/v) são mais promissoras no controle desta praga.

Lima et al. (2009) constataram que o óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) possui atividade inseticida sobre *S. frugiperda*, causando redução alimentar e mortalidade, sendo o safrol (82%) seu constituinte majoritário. A CL₅₀ no teste de ingestão com lagartas de primeiro ínstar foi de 16,2 mg/mL e de 9,4 mg/mL para lagartas de terceiro ínstar. A toxicidade aguda no teste de contato tópico foi obtida com DL₅₀ = 277,91µg/lagarta, após o intervalo de tempo de 96 horas.

No óleo essencial extraído das folhas de *Eucalyptus saligna* Sm. e *Cupressus sempervirens* L., Tapondjou et al. (2005) isolaram os constituintes majoritários 4-terpinol, o cimol e o pineno e consideraram o cimol o principal constituinte responsável pela toxicidade e repelência para *S. zeamais* e *Tribolium confusum* Du Val. O óleo de *E. saligna* foi mais tóxico que o óleo de *C. sempervirens* para ambas as espécies, com uma DL₅₀ de 0,36 mL/cm² para *S. zeamais* e 0,48 mL/cm² para *T. confusum*.

4.3 Plantas inseticidas no manejo de *B. tabaci*

Alguns métodos alternativos têm sido estudados visando o controle de *B. tabaci* biótipo B. Entre eles destaca-se o uso de inseticidas botânicos de diversas famílias botânicas com ênfase para as meliáceas (SOUZA; VENDRAMIM, 2004).

Em busca de métodos alternativos ao químico no controle de *B. tabaci* biótipo B em tomateiro, Baldin et al. (2007b) realizaram testes de atratividade e preferência para oviposição em casa de vegetação, utilizando-se diferentes extratos botânicos a 3% (p/v). Os autores verificaram que as plantas pulverizadas com os extratos aquosos de *Mentha pulegium* L. e folhas e sementes de *A. indica* foram menos atrativas aos adultos do inseto. Extratos de folhas de *A. indica* e folhas + ramos de *Ricinus communis* L. apresentaram efeitos deterrentes à oviposição do inseto, reduzindo o número de ovos.

Souza e Vendramim (2000), avaliando a bioatividade de extratos aquosos de meliáceas em ovos de *B. tabaci* biótipo B em tomateiro, constataram efeito ovicida em todos os extratos, sendo o maior índice de controle com *T. pallida* a 3% (52,32% de mortalidade).

Al-mazra'awi e Ateyyat (2009) avaliaram as atividades repelente e tóxica de extratos aquosos de nove espécies de plantas medicinais em diferentes estádios de desenvolvimento sobre *B. tabaci* em tomateiro. Todos os extratos avaliados quanto ao efeito tóxico foram relativamente inexpressivos aos adultos do inseto. Extratos de *Ruta chalepensis* L., *Peganum harmala* L. e *Alkanna strigosa* Boiss & Hohenh foram efetivos na redução do número de ninfas, sendo semelhante à redução observada ao tratamento químico (Imidacloprid). Em adição, os três tratamentos não foram prejudiciais ao parasitóide *Eretmocerus mundus* Mercet. Os extratos das plantas *Urtica pilulifera* L. e *Thymus capitatus* L. foram repelentes aos adultos de *B. tabaci*.

Segundo Abou-Fakhr et al. (2000), extratos aquosos, acetônicos, etéricos e metanólicos de frutos de *M. azedarach* e produtos à base de azadiractina são eficientes sobre ninfas de primeiro e segundo ínstaes de *B. tabaci*, destacando-se o extrato metanólico.

Ateyyat et al. (2009) estudaram o potencial inseticida de nove extratos aquosos de plantas sobre *B. tabaci*, em comparação com o inseticida imidacloprid. O extrato de *Lepidium sativum* L. ocasionou 71% de mortalidade das ninfas em estágio inicial de desenvolvimento, similar ao verificado com o inseticida sintético. As “pupas” tratadas com as plantas *L. sativum*, *Achillea biebersteinii* Afan. e *Retama raetam* Forssk. não permitiram a emergência de adultos e o tratamento com *R. raetam* causou significativa mortalidade destes. Os extratos das espécies *Pimpinella anisum* L., *Galium longifolium* Sibth & SM., *R. raetam* e *Ballota undulata* Bentham demonstraram efeito repelente sobre adultos do inseto.

As plantas aromáticas produtoras de óleos essenciais têm sido importantes fontes de substâncias químicas com inúmeras atividades biológicas. Com isso, o interesse em pesquisa por plantas com atividade inseticida também vem crescendo (CASTRO et al., 2006). Segundo Zhang et al. (2004), muitos óleos derivados de plantas, incluindo óleos essenciais possuem atividade inseticida e repelente a muitos insetos, incluindo as moscas-brancas. Os mesmos autores observaram em testes com e sem chance de escolha em casa de vegetação o efeito repelente de óleo de gengibre sobre *B. tabaci* biótipo B em tomate nas concentrações acima de 5%.

Segundo Lai et al. (2006), o óleo essencial de *Artemisia arborescens* L. demonstra atividade inseticida a alguns insetos-praga, incluindo-se adultos e ninfas de *B.*

tabaci. O óleo essencial desta espécie apresentou $CL_{100} = 0,1 \text{ mg/cm}^2$ (concentração letal expressa em mg do óleo volátil/ cm^2 da superfície foliar) quando testado em indivíduos adultos e $CL_{100} = 0,18 \text{ mg/cm}^2$ quando testado em ninfas.

Araújo et al. (2003) avaliaram a atividade inseticida do óleo essencial de *Hyptis martiusii* Benth em *Aedes aegypti* (L.) e *B.tabaci* biótipo B. Os experimentos revelaram que os constituintes voláteis das folhas provocaram a mortalidade das larvas de *A. aegypti* e *B. tabaci* biótipo B nas concentrações de 250 mg/L e 2000 mg/L, respectivamente. Os resultados obtidos na pesquisa relacionaram o constituinte químico majoritário no óleo (1,8-cineol), como o responsável pela atividade inseticida.

4.3.1 Caracterização de distintas famílias vegetais e possível uso no controle de praga

4.3.1.1 Bignoniaceae

A família Bignoniaceae consiste de aproximadamente 120 gêneros e 800 espécies, predominantemente lianas, e também por plantas arbustivas e arbóreas. Ela é amplamente localizada em regiões da América do Sul e África, sendo algumas espécies amplamente utilizadas como plantas ornamentais (GENTRY, 1980).

No Brasil, ocorrem 55 gêneros e 316 espécies, sendo que a tribo *Bignoniae* apresenta 45 gêneros e 269 espécies. As plantas desta família ocorrem desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul, sendo encontrados no cerrado, mata atlântica e floresta amazônica (GENTRY, 1980).

O cipó-alho (*Mansoa alliacea*) (Lam.) A. Gentry é uma planta pertencente a esta família e é de origem amazônica. Caracteriza-se como um arbusto semi-trepador de 3 m ou mais, sendo que as partes vegetais têm odor de alho. Ocorre em terra firme, longe de corpos d'água, áreas sombreadas com precipitação pluvial de 1.800 a 3.000 mm/ano e temperatura entre 20 e 30°C (ZOGHBI et al., 2009).

Pesquisas têm sido realizadas com *M. alliacea* quanto ao uso do seu óleo essencial, compostos não voláteis e bioatividade devido sua importância na região amazônica e também no Peru (ZOGHBI et al., 2009). Esta espécie é empregada no tratamento

de artrite, epilepsia e febre e na culinária, além de ser repelente a insetos e morcegos (FERREIRA; GOLÇALVES, 2007).

Estudos realizados revelaram que o cipó-alho contém substâncias como: alildinilfóxico, alcaloides, alina, alicina, dissulfeto de propilalio, estigmaterol, flavonas, pigmentos flavônicos, saponinas, sulfetos de dialil, dimetilo e divinilo, naftaquinonas citotóxicas e antraquinonas (REVILLA, 2002). Muitas das atividades atribuídas a essa planta estão relacionadas aos seus compostos sulfurados e não sulfurados (ZOGHBI et al., 2009).

Corrêa et al. (2012) verificaram o efeito do extrato aquoso de *M. alliacea* nas concentrações 2, 4 e 6 % sobre *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) e concluíram que a maior concentração foi a mais eficiente sobre a mortalidade dos pulgões em laboratório.

4.3.1.2 Chenopodiaceae

A família Chenopodiaceae possui cerca de 100 gêneros e 1500 espécies, predominante em dunas salgadas ou ambientes secos. O gênero *Chenopodium* é o mais numeroso da família, com cerca de 250 espécies, distribuídas preferencialmente nas regiões temperadas (SILVA FILHO et al., 1992).

Chenopodium ambrosioides L. é uma planta de forte aroma, nativa da América tropical e originária do México. No Brasil é popularmente conhecida como erva-de-santa-maria, mastrus, ou mastruço e apresenta ampla distribuição por quase todo o território nacional (SANTOS; CORRÊA, 2006).

A erva-de-santa-maria apresenta hábito herbáceo, com até um metro de altura, caule piloso e sulcado, folhas inteiras e simples, sendo as superiores sésseis e as inferiores pecioladas, de dimensões variadas e providas de pelos. Em muitos países, incluindo-se o Brasil, é utilizada como antiespasmódico, tônico, auxiliar da digestão, anti-reumático, sendo considerada pela Organização Mundial da Saúde como uma das espécies mais utilizadas entre os remédios tradicionais no mundo inteiro. Estudos demonstram que esta espécie também possui atividade moluscicida, fungicida, larvicida, nematicida, antibacteriana e inseticida (COSTA; TAVARES, 2006).

Tavares e Vendramim (2005) avaliaram a bioatividade de *C. ambrosioides* em *S. zeamais* e concluíram que os pós de frutos e da planta inteira (com frutos)

apresentaram atividade inseticida sobre adultos do inseto. Segundo Santos e Corrêa (2006) a ampla utilização desta planta se deve a presença de elevados teores de ascaridol nas sementes, nas folhas e no caule (seu óleo essencial possui 90% de ascaridol).

4.3.1.3 Geraniaceae

A família Geraniaceae compreende 11 gêneros e 700 espécies de plantas, majoritariamente de hábito herbáceo ou arbustivo. O nome desta família é derivado do estilete da flor que lembra um bico longo de pássaro. Os integrantes desta família distribuem-se, principalmente, nas regiões temperadas e tropicais e os gêneros *Geranium*, *Pelargonium* e *Erodium* fazem parte da tribo Geraniae. A importância econômica desta família está relacionada com o cultivo de espécies para o uso ornamental (*Geranium* e *Pelargonium*), para forragem (*Alfilaria*) e produção de óleos essenciais *Pelargonium* sp. (SIMPSON, 2006).

As espécies pertencentes ao gênero *Pelargonium* são, na maioria, originárias da África do Sul, onde as plantas são utilizadas para combater várias doenças provocadas por bactérias e fungos. A atividade antimicrobiana de extratos de *Pelargonium* sp. tem sido referida como importante, assim como a atividade antioxidante considerada de grande utilidade na indústria alimentar e de cosméticos. Algumas espécies deste gênero são aromáticas: *P. capitatum* L., *P. graveolens* L. Her' e *P. radens* HE Moore, sendo cultivadas para a produção de óleos essenciais que se constitui um dos maiores constituintes de aromas florais usados em perfumes de alta qualidade (LIS-BALCHIN; DEANS, 1996).

P. graveolens, conhecido como gerânio ou malva-cheirosa, é uma planta aromática originária da África do Sul (ARRIGONI-BLANK et al., 2011). É um arbusto ereto muito ramificado, que pode atingir a altura de 1,3 m. O caule é herbáceo e coberto por pelos quando a planta é jovem, tornando-se lenhoso com o passar do tempo. Possui folhas fortemente recortadas e com textura aveludada devido à presença de pelos glandulares, sendo uma espécie de odor marcado pela presença de citronelol (25%) e geraniol (18%) (PETERSON et al., 2006).

Segundo Zi-ning et al. (2010), *P. graveolens* apresenta diversos usos. No campo da medicina, esta planta é usada para prisão de ventre, eliminação de radicais livres,

antioxidante, anti-tumores, etc. Na indústria é usada para a fabricação de perfumes. Ela é também usada dentro das casas como aromatizador e repelente de insetos.

KABERA et al. (2011) avaliaram o efeito inseticida do óleo essencial de *P. graveolens* e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. em *Sitophilus zeamais*. Os óleos testados apresentaram alta eficiência inseticida contra o inseto, com uma taxa de mortalidade superior a 95%. Os autores observaram que o efeito de tóxico de contato e ingestão foi superior ao efeito fumigante no controle do inseto.

4.3.1.4 Lamiaceae

A família Lamiaceae apresenta uma distribuição geográfica cosmopolita e tem uma alta diversidade quanto às características morfológicas das espécies que a compõem. Recentes estudos sugerem transferir alguns gêneros da família Verbenaceae para a família Lamiaceae que, na mais recente classificação, é abrangida por 252 gêneros e 6700 espécies (PEDERSEN, 2000). No Brasil ocorrem cerca de 350 espécies distribuídas em 26 gêneros. Várias espécies de plantas desta família têm importância hortícola e são usadas na culinária, na medicina caseira, na indústria farmacêutica e cosmética (KRUPPA; RUSSOMANNO, 2008).

A maioria das espécies desta família acumula terpenos e uma gama de outros compostos, principalmente nas glândulas epidérmicas das folhas, nos ramos e estruturas reprodutivas (HAJLAOUI et al., 2009). O gênero *Mentha* agrupa aproximadamente 13 espécies e é originário da região mediterrânea e parte da Ásia, estando atualmente distribuído em quase todo o mundo. Os monoterpenos constituem-se entre os maiores componentes de seus óleos essenciais. A biossíntese e acúmulo destas substâncias ocorre especialmente nos tricomas glandulares (MARTINS; MARTINS, 2003).

Segundo Lorenzo et al. (2002), as análises dos óleos essenciais de *Mentha pulegium* L. e *Mentha rotundifolia* L. revelam que os monoterpenos são os principais constituintes de ambos os óleos. Observou-se a presença de 22 compostos presentes na primeira espécie, sendo que os constituintes majoritários foram pulegona, isomentona e mentona. O poejo ou *M. pulegium* é usado na medicina popular no tratamento de flatulências, indigestão e cólica intestinal, devido sua atividade carminativa e antiespasmódica.

Simas et al. (2004) descrevem que o óleo essencial de *M. pulegium* e *Mentha spicata* são muito eficazes como inseticidas. Pequenas quantidades já são suficientes para causar a morte de inúmeros insetos. Os monoterpenos pulegona, mentona e carvona foram considerados tóxicos para larvas de *Drosophila melanogaster*.

O gênero *Plectranthus* é considerado um dos maiores gêneros desta família. Ele está amplamente distribuído nas regiões quentes e secas do velho mundo, incluindo África, Índia e Austrália. Um grande número de espécies deste gênero é usada na medicina no Sul da África. Embora seja também utilizado na horticultura em outros aspectos da vida diária das pessoas, 85% dos usos documentados estão relacionados com a medicina (RICE et al., 2011).

A família Lamiaceae apresenta um grupo de plantas com valiosos compostos ativos biológicos e o gênero *Plectranthus* não é exceção. A natureza aromática do gênero *Plectranthus* é atribuída à produção de óleo essencial. Diterpenóides isolados exibem uma característica anti-bactericida, antifúngica, podendo também ser utilizados no manejo de insetos (inseticidas ou repelentes). Em particular, o constituinte químico diterpeno do tipo abietano é responsável por muitas destas características e também está associado às propriedades medicinais dessas plantas (RICE et al., 2011).

Plectranthus neochilus Schlte. é uma erva aromática empregada na medicina popular no tratamento de insuficiência hepática e indigestão, sendo comumente chamada de boldo ou boldo-gambá no Brasil. Suas folhas frescas possuem um distinto odor e são levadas à infusão ou no preparo de extratos aquosos com propostas de cura. Possui cerca de 50 cm de altura, com flores (em espigas) azuladas ou violetas. Possui folhas pequenas, suculentas, recoberta por tricomas, com aproximadamente 6 cm de comprimento. O caule tem secção transversal quadrangular e exibe epiderme unisseriada com numerosos tricomas. O constituinte majoritário do óleo essencial desta espécie vegetal é o sesquiterpeno trans-cariofileno (25,5%) que pode estar relacionado ao uso tradicional desta espécie contra dores estomacais (DUARTE, LOPES, 2007; BANDEIRA, et al., 2011), podendo ser também uma alternativa no controle de insetos. Os terpenos abrangem uma grande variedade de substâncias de origem vegetal e sua importância ecológica está bem estabelecida. Diferentes sesquiterpenos já foram isolados e avaliados frente a diferentes espécies de insetos (VIEGAS JÚNIOR, 2003).

4.3.1.5 Meliaceae

A família Meliaceae compreende cerca de cinco gêneros e 120 espécies de plantas distribuídas por toda a região Neotropical. Em geral, são árvores, medindo em média de 20 a 30 m de altura e arvoretas de 3 a 10 m de altura (BARTH et al., 2009).

Entre as espécies da família com atividade inseticida, a mais estudada é o nim, planta subtropical, também conhecida como “Margosa tree” ou “Indian Lilac”, nativa das regiões áridas e da Ásia e África e que se encontra distribuída também na Austrália e América. Esta espécie apresenta como características botânicas: folhas verdes-escuras, compostas, simples e sem estípulas; flores hermafroditas de cor branca e o fruto é uma baga ovalada (SILVA et al., 2009).

Dentre os compostos ativos isolados da árvore de nim, o limonoide ou tetranortriterpenoide azadiractina é o ingrediente ativo mais importante. Os extratos de nim afetam o desenvolvimento das larvas e atrasam seu crescimento; reduzem a fecundidade e fertilidade dos adultos; alteram o comportamento; causam diversas anomalias nas células e na fisiologia das células; e causa mortalidade de ovos, larvas e adultos. De modo geral, em concentrações baixas, os insetos mostram alterações no desenvolvimento e em concentrações mais altas pode haver total inibição da alimentação, sendo que a mortalidade ocorre mais rapidamente quanto maior for a dose empregada no extrato (MARTINEZ, 2011).

Os insetos diferem em sua resposta à azadiractina de acordo com a ordem. Os insetos lepidópteros são bastante sensíveis à azadiractina, apresentando efetiva inibição de alimentação com $DL_{50} < 1-50$ ppm, dependendo da espécie. Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera são menos sensíveis à referida molécula, apenas alcançando 100% de inibição de alimentação com DL_{50} de 100-500 ppm, embora existam algumas espécies de afídeos que também demonstram sensibilidade (MORDUE LUNTZ; NISBET, 2000).

Os bons resultados verificados com o nim têm estimulado pesquisas com outras plantas desta família no intuito de descobrir novas espécies com atividade inseticida, bem como, novos compostos. O gênero *Trichilia* vem ganhando destaque por ser um dos gêneros com maior número de espécies (70) distribuídas pela América Tropical, África e região Indo-Malaia e o apresenta maior número e tipos de limonóides (BOGORNI; VENDRAMIM, 2003). Extratos deste gênero são relatados por terem uma variedade de

propriedades biológicas, incluindo: antiviral, analgésica e inseticida. Sua atividade inseticida tem sido atribuída à presença de um grupo de tetranortriterpenóide, como hirtina e triquilina. Em *Trichilia pallida* Sw. foram descritos três novos tetranortriterpenóides bem como dois compostos já relatados, hirtina e diacetilhirtina. Esses cinco compostos foram usados em testes de não preferência à alimentação em quatro espécies de Lepidoptera. Apenas um dos novos compostos descobertos, entre os cinco avaliados, foi capaz de deter a alimentação das quatro espécies de insetos (SIMMONDS et al., 2001).

Thomazini et al. (2000) avaliaram o efeito de extratos aquosos de folhas e ramos de *T. pallida* sobre o desenvolvimento e oviposição de *T. absoluta* em folhas de tomateiro. Verificou-se que ambos os extratos prejudicaram o desenvolvimento do inseto, afetando principalmente a fase larval, aumentando a duração e reduzindo a viabilidade dessa fase.

4.3.1.6 Piperaceae

A família Piperaceae tem sido classificada como uma das mais primitivas Angiospermae, sendo distribuídas em todas as regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, ela é representada por cinco gêneros e aproximadamente 460 espécies (LUTOSA et al., 2007). Dentro desta família destaca-se o gênero *Piper* que contém aproximadamente 1000 espécies (ervas, arbustos e cipós). Muitas espécies de *Piper* são originárias da Índia, Sudoeste da Ásia e África e são utilizadas como plantas medicinais (SCOTT et al., 2008).

As espécies estudadas de *Piper* tem um amplo uso popular. Possuem propriedades medicinais em que apresentam um ou mais princípio ativo que lhes confere alguma propriedade terapêutica, tais como atividade antimicrobiana, cicatrizante, analgésica, antihemorrágica, adstringente. Há também espécies com importância econômica e propriedades inseticidas (MAIA et al., 1998; LUTOSA et al., 2007).

A família Piperaceae é uma família que apresenta muitos fitoquímicos promissores com atividade inseticida. Os compostos secundários encontrados em plantas do gênero *Piper* apresentam inúmeros modos de ação, incluindo efeito de contato, repelente e efeito anti-alimentar. O efeito inseticida desse gênero está relacionado principalmente com a concentração de piperamida, como a piperina (SCOTT et al., 2008) nas plantas.

Inicialmente, investigações com extratos de sementes de *Piper nigrum* L. indicaram que as piperamidas foram responsáveis pelo efeito tóxico a *Callosobruchus chinensis* L. Formulações de óleos de sementes de *P. nigrum* foram efetivas também na proteção de trigo armazenado a *Sitophilus orizae* L. e *Rhyzopertha dominica* Fab. nas concentrações acima de 100 mg/L por um período acima de 30 dias (SCOTT et al., 2008).

Piper aduncum L. é uma planta de interesse econômico para a Amazônia e que também pode ser usada no controle de pragas. Trata-se de um arbusto (3 a 8 m) de ampla distribuição tropical, com ocorrência em solos areno-argilosos, conhecido popularmente como pimenta-de-macaco e aperta-ruão. Vários estudos têm demonstrado que essa planta, além da importância medicinal, como antiinflamatório, antihemorrágico, adstringente, diurético e outros, também apresenta atividade bactericida, fungicida e inseticida (LUTOSA et al., 2007; SILVA et al., 2007). Essa espécie produz um metabólito secundário fenilpropanoide chamado dilapiol com reconhecida ação inseticida e sinérgica (SILVA et al., 2007). Segundo estes mesmos autores, tanto o extrato aquoso de raízes como o de folhas de *P. aduncum* demonstraram atividade inseticida sobre adultos de *Aetalion* sp.

Piper callosum Ruiz & Pav. é um arbusto nativo da Amazonia Peruana e das montanhas andinas que mede até um metro de altura. Os internódios desta planta têm 3-15 cm de comprimento e apresenta folhas elípticas alternadas (5-16 cm de comprimento e 3-6 cm de largura). As flores são minúsculas de coloração amarelada e os frutos glabros (GENDEREN et al., 1999).

O óleo elétrico ou elixir paregórico (*P. callosum*) é encontrado de forma cultivada nos lares da população do interior dos estados do Pará ou Amazonas. O elixir paregórico é usado na medicina popular através de chás de folhas na forma de infusão para tratar de cólicas menstruais e intestinais, diarreia, dismenorréia, dores diversas, principalmente do aparelho digestivo, dor reumática e muscular, hemorragia local, náusea e picada de mosquito (MARTINS et al., 2009).

São encontrados mais de 20 compostos químicos no óleo essencial desta espécie, sendo que o constituinte majoritário é o safrol, com reconhecida ação inseticida. A bioatividade de safrol e isosafrol foi testada em *Tribolium castaneum* Herbst e *S. zeamais* e foi evidenciado o efeito fumigante dessas substâncias sobre os adultos de ambas as espécies

em concentrações a partir de 0,90 mg/cm² para o safrol e 0,42 mg/cm² para o isosafrol (MAIA et al., 1987, FAZOLIN et al., 2007).

4.3.1.7 Rutaceae

A família Rutaceae apresenta cerca de 150 gêneros de plantas subarbustivas ou arbóreas com folhas compostas, geralmente alternadas, sem estípulas, com glândulas oleíferas e algumas vezes espinhos. Suas flores são perfumadas, hermafroditas, com pétalas livres ou fimbriadas de cor verde-amarelada (SANTOS et al., 2009).

Os gêneros desta família estão amplamente distribuídos nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas do mundo, com aproximadamente 1.600 espécies, com grande ocorrência na Austrália e África. No Brasil, a família está representada por cerca de 30 gêneros e 182 espécies (MELO; ZICKEL, 2004).

Ruta graveolens L. ou arruda é originária do Sul da Europa. Esta planta é um subarbusto, herbáceo e perene que forma touceiras bastante ramificadas, podendo atingir até 1,5 m de altura. As folhas são alternas, carnosas de coloração acinzentada e as flores são miúdas de cor amarelo-esverdeadas (VAZ; JORGE, 2006).

Muitas espécies de *Ruta* contêm diversas classes de metabólitos secundários, incluindo, cumarinas, flavonoides, furanocumarinas e alcaloides. *R. graveolens* apresenta uma potente atividades antimicrobiana (OLIVA et al., 2003) e inseticida. Os possíveis constituintes químicos relacionados com esta característica são: glicosídeo (rutina); lactonas aromáticas (cumarina, furocumarina, xantotoxina, rutaretina e rutamarina); glicosídeos antociânicos; alcaloides (rutamina, rutilidina, cocusaginina, esquiamianina e ribalinidina); metilcetonas (metilnonilcetona); flavonoides (hespiridina); rutilina; rutacridona; e terpenos (a-pineno, limoneno e cineol) (BARBOSA et al., 2011).

Mazzonetto e Vendramim (2003), avaliando material seco de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* Say em feijão armazenado, verificaram que *R. graveolens* provocou repelência nos insetos. Segundo Santiago et al. (2008), o extrato de folhas e ramos de arruda a 10% reduziu a viabilidade larval e o peso de pupa da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda*. Souza e Baldin (2009) também constataram que o pó de *R. graveolens* apresenta atividade inseticida a *Zabrotes subfasciatus* Boheman.

4.3.1.8 Verbenaceae

A família Verbenaceae compreende mais de 98 gêneros e cerca de 2000 espécies distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais, incluindo ervas ou arbustos e menos frequentemente árvores ou lianas (SENATORE; RIGANO, 2001).

O gênero *Vitex* (Verbenaceae) apresenta aproximadamente 270 espécies conhecidas. No Brasil são descritas espécies na Amazônia, Brasil Central até o Rio Grande do Sul (FONSECA et al., 2006). Muitas espécies deste gênero têm sido utilizadas na medicina popular no controle da diarreia, dor de estômago, analgésico e antiinflamatório. Também algumas espécies são utilizadas no tratamento da malária; outras apresentam propriedades antibacterianas e antifúngicas e algumas possuem atividades inseticidas (HERNÁNDEZ et al., 1999).

A espécie *Vitex agnus-castus* L., conhecida no estado do Pará como alecrim-de-angola, é natural da região do Mediterrâneo e da Criméia, sendo encontradas também em regiões quentes da Ásia, África e Américas. É um arbusto bastante ramificado, com folhas fortemente aromáticas, digitadas, opostas e flores labiadas, violáceas em cachos terminais. O fruto de coloração escura é a parte da planta utilizada em fins medicinais como, tratamento da dismenorréia, estresse pré-menstrual e outras desordens relacionadas com a função hormonal (MAIA et al., 2001).

O alecrim-de-angola é também utilizado como inseticida e repelente de insetos. Segundo Azam et al. (2012), extratos feitos da semente deste vegetal chegam a repelir moscas e mosquitos sugadores de sangue e pulgas dos humanos por um período de 6 horas.

Tandon et al. (2008) avaliaram o efeito dos óleos essenciais de *V. agnus castus* e *V. trifolia* aplicados topicamente em larvas de quinto ínstar de *Spilosoma obliqua* Walker. Os tratamentos ampliaram o período larval e pupal, aumentaram a mortalidade larval e ocasionaram deformidades nos adultos, além de reduzirem a fecundidade das fêmeas e a fertilidade dos ovos. Os constituintes químicos encontrados em *V. agnus castus* foram: iridoides, flavonoides, diterpenos, monoterpenos e sesquiterpenos.

**CAPÍTULO I - USO DE EXTRATOS BOTÂNICOS: UMA NOVA PERSPECTIVA
PARA O MANEJO DE *Bemisia tabaci* (Gennadius) BIÓTIPO B (HEMIPTERA:
ALEYRODIDAE) EM TOMATEIRO**

(O presente capítulo segue as normas disponibilizadas pelo periódico Insect Science)

Resumo

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B é apontada como uma das mais limitantes pragas do tomateiro no mundo. Seu ataque provoca danos diretos e indiretos às plantas, podendo comprometer até 100% das lavouras. Embora o controle químico seja a prática mais utilizada no combate ao inseto, problemas associados ao seu uso abusivo têm estimulado a pesquisa e o desenvolvimento de métodos alternativos de manejo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a efeito de extratos aquosos a 3% (p/v) de 13 espécies botânicas no comportamento dos insetos adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B bem como a atividade inseticida destes em ovos, ninfas e adultos do inseto em tomate. Como controles foram utilizados água destilada e o inseticida tiametoxam (18 g/100 L de água). O extrato à base de folhas de *Toona ciliata* M. Roemer foi o mais eficiente nos testes em que foram avaliados o efeito dos extratos sobre o comportamento da mosca-branca, diminuindo o número de insetos adultos e ovos em folíolos de tomateiro. O extrato de *Piper aduncum* L. apresentou o maior efeito ovicida (78,00 % de ninfas não eclodidas). O extrato de *Trichilia pallida* Swartz causou a maior mortalidade de ninfas e adultos de mosca-branca, com eficiências de controle de 67,95 e 72,80%, respectivamente.

Palavras-chave: mosca-branca; extratos vegetais; controle alternativo; *Solanum lycopersicum*

1 Introdução

O cultivo de tomate é uma atividade agrícola de enorme importância socioeconômica para o Brasil, a qual exige alto investimento, mão de obra qualificada e elevado nível tecnológico (Haji *et al.*, 2004). Moscas-brancas são pragas importantes para diversas culturas, causando redução na produção e na qualidade dos frutos, e os inseticidas sintéticos com diferentes modos de ação vem sendo utilizados com pouco sucesso no controle dessas pragas (Mesquita *et al.*, 2007).

Bemisia tabaci (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) é considerada uma das principais pragas tanto do tomateiro rasteiro como do estaqueado no Brasil (Villas Bôas *et al.*, 2007). Em adição aos danos diretos causados pela sucção da seiva elaborada do floema e injeção de toxinas no vegetal esta praga é também vetora de geminivírus, que hoje é o problema mais sério da cultura em algumas regiões, como no estado de Goiás (Jones, 2003; Villas Bôas, 2005). Esse biótipo é bem agressivo e seu controle é dificultado, devido a sua alta capacidade reprodutiva (Lourenção & Nagai, 1994) e ao fácil desenvolvimento de resistência aos inseticidas sintéticos (Prabhaker *et al.*, 1998; Silva *et al.*, 2009). *B. tabaci* biótipo B é considerada atualmente como umas das principais pragas do tomateiro, podendo ocasionar perdas de até 100% na produção (Baldin *et al.*, 2007).

O manejo de *B. tabaci* biótipo B tem sido feito pelos agricultores basicamente com o uso de inseticidas sintéticos. No entanto, o aumento da resistência do inseto diante do uso inadequado dos produtos químicos e a necessidade de redução do volume destes compostos nas lavouras, tem incentivado a busca por outros métodos que possam ser incluídos no MIP, incluindo-se os inseticidas botânicos (Abou-Fakhr & McAuslane, 2006).

As pesquisas com plantas inseticidas evoluíram muito nas últimas décadas, com destaque para a família Meliaceae, e principalmente para a espécie *Azadirachta indica* A. Juss. Diversos trabalhos tem revelado a eficiência do uso de *A. indica*, *Trichilia pallida* Swartz e outras meliáceas no controle de *B. tabaci* biótipo B (Jesus *et al.*, 2009; Pinehiro *et al.*, 2009; Bezerra-Silva *et al.*, 2010).

Em adição, é de conhecimento que o Brasil detém a flora mais rica do mundo, com mais de 56.000 espécies de plantas, representando quase 19% da flora mundial

(Giulietti *et al.*, 2005). Diante desse imenso potencial, é esperado que as pesquisas nessa área cresçam substancialmente nas próximas décadas em nosso país.

Em razão dos riscos decorrentes do uso indiscriminado dos inseticidas sintéticos ao homem e meio ambiente e da crescente importância dessa mosca-branca nas lavouras de tomateiro, o presente trabalho avaliou o efeito de extratos botânicos sobre o comportamento de adultos de *B. tabaci* biótipo B além da atividade inseticida destes sobre diferentes formas do inseto.

2 Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Resistência de Plantas e Plantas Inseticidas (LARESPI), pertencentes ao Departamento de Produção Vegetal no setor de Defesa Fitossanitária da FCA/UNESP de Botucatu-SP entre os anos 2011 e 2012.

2.1 Criação estoque de *B. tabaci* biótipo B

A população inicial de *B. tabaci* foi obtida de uma criação do Setor de Entomologia do Centro de Fitossanidade do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), previamente identificada como biótipo B pela Dra. Judith K. Brown, da Universidade do Arizona, EUA. Visando disponibilizar uma quantidade de ovos, ninfas e adultos suficientes para o desenvolvimento do trabalho, uma criação de mosca-branca foi mantida em casa de vegetação (2,5 x 2,5 x 2 m), fechada lateralmente com vidros e telado anti-afídeo e sombrite. Para a manutenção dos insetos foram fornecidas plantas de couve-de-folhas semeadas em vasos plásticos de 2 L. As plantas foram periodicamente irrigadas e quando, em senescência, foram substituídas por outras sadias.

2.2 Obtenção e manutenção de plantas de tomateiro

As plantas de tomateiro cv. Santa Clara (Sakata®) utilizadas nos experimentos foram formadas em bandejas de isopor (128 células), com substrato comercial recomendado (Bioplant®). Após 20 a 30 dias da semeadura, foi realizado o transplântio das

mudas para vasos plásticos de 2 L, contendo substrato esterilizado e adubado conforme a orientação para a cultura (Bezerra, 2003; Macedo *et al.*, 2005). Essas plantas foram cultivadas em outra casa de vegetação, livre da infestação de insetos.

2.3 Obtenção de espécies botânicas e extrações

Foram avaliadas 13 espécies vegetais (Tabela 1). Após as coletas feitas em 2011, as diferentes estruturas vegetais de cada planta foram secas em estufa de ar circulante (40°C) por 48 horas. Em seguida, o material foi triturado em moinho elétrico de facas até a obtenção de seus respectivos pós, que foram guardados separadamente em recipientes hermeticamente fechados (Baldin *et al.*, 2007).

O preparo dos extratos foi feito misturando-se 0,9 g do pó a 30 mL de água destilada e mantendo-se a solução sob agitação por 24 h para uma melhor extração dos compostos. As suspensões resultantes foram filtradas em tecido *voil* (5 camadas), gerando os extratos aquosos a 3% (peso/volume), conforme descrito por Souza e Vendramim (2001).

2.4 Efeito dos extratos aquosos no comportamento dos insetos adultos

Nos processos envolvidos na interação inseto-planta há uma cadeia de estímulos da planta (físicos, morfológicos ou químicos) que atuam no comportamento do inseto. Caso o estímulo negativo repelente seja superior ao atraente, o inseto não se orientará em direção a planta. Caso contrário, ele dirige-se a ela e permanece sobre a mesma. Neste caso, a planta ainda poderá manifestar sua resistência e para isso basta apresentar mais estímulo supressor que incitante, inibindo a picada de prova, e fazendo com que este deixe a planta. Se não, o incitante fará com que ele a experimente. Mesmo nesta situação, a planta poderá ou não manifestar sua resistência. Se apresentar predominância de deterrente, o inseto não prosseguirá a alimentação e/ou oviposição e procurará outro hospedeiro e se predominar o estimulante ele continuará a realizar a ação no vegetal (Lara, 1991). Estes conceitos também podem ser utilizados nos estudos envolvendo plantas inseticidas, uma vez que os constituintes químicos presentes nos produtos vegetais utilizados podem também atuar no comportamento dos insetos em questão.

Nesta pesquisa, adotou-se o termo “efeito dos extratos aquosos no comportamento dos insetos adultos”. Em uma avaliação de característica pontual, ou seja, uma única avaliação em um determinado período de tempo, o termo repelente ou deterrente não é adequado, já que o inseto pode ter sido repelido da planta pelos compostos dos extratos pulverizados nela quando este entrou em contato com a superfície foliar tratada. Neste caso, o efeito seria do tipo estimulante locomotor e não repelente. O mesmo pode ser dito para oviposição em que a menor oviposição em um tratamento pode estar relacionada também com o estímulo supressante, inibindo a oviposição, diferente do efeito deterrente que impede a continuidade da mesma. Silva *et al.*, (2012) sugerem que quatro mecanismos estão envolvidos na inibição da oviposição: efeito repelente, estimulante locomotor, efeito supressor e ou deterrente.

Os bioensaios foram realizados em sala climatizada ($T = 25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR = $65 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas), no interior de gaiolas plásticas transparentes, compostas por duas partes livres, sendo uma para sustentação de recipientes de vidro com água destilada, contendo folíolos de tomateiro e outra para confinamento dos insetos. A parte de sustentação foi feita em uma placa de isopor (12 x 5 x 2 cm), com dois orifícios laterais para encaixe de frascos de vidro (10 mL). Esta placa foi colada em uma base, também de isopor (19 x 19 x 1,5 cm), contendo outros dois orifícios laterais, sendo um recoberto com *voil* (aeração) e outro para liberação dos insetos que foram coletados por sugadores entomológicos feitos de frascos de vidro transparentes (9 x 2,5 cm). A segunda parte da gaiola (confinamento) foi composta por um recipiente plástico transparente (14 x 15 cm), com volume de 2,5 L (Figura 1).

Para cada gaiola, dois folíolos de tomate foram pulverizados (pulverizador manual) até o ponto de escorrimento (5 a 10 mL) de um dos tratamentos e outro com a testemunha (água destilada). Passados cinco minutos da aplicação, estes foram acondicionados nos frascos de vidro contendo água destilada (turgescência) e encaixados na base da gaiola. Após a colocação dos folíolos e do recipiente de confinamento, a gaiola foi infestada a partir da base, com 20 casais de *B. tabaci* biótipo B (1 a 2 dias de idade) durante 24 horas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco repetições e 14 tratamentos (13 extratos aquosos e tiametoxam na dose recomenda para a cultura (18 g/100 L de água)) em que cada gaiola foi considerada uma repetição.

2.5 Ação inseticida de contato

Três experimentos foram realizados em sala climatizada ($T = 25 \pm 2^\circ\text{C}$; $UR = 65 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas) visando avaliar o efeito inseticida dos extratos aquosos sobre ovos, ninfas e adultos da mosca-branca.

2.5.1 Efeito ovicida

Para a obtenção dos ovos necessários ao ensaio, vasos de 2 L contendo plantas de tomate com 30 a 40 dias após a emergência (DAE) foram acondicionados no interior da gaiola de criação da mosca-branca por 24 horas. Após esse período, os adultos foram removidos das plantas e estas conduzidas ao laboratório para a verificação da oviposição sob microscópio-estereoscópio (aumento de 40 x).

Na sequência, folhas de tomateiro contendo três folíolos com 30 ovos viáveis/folíolo em uma área demarcada *glitter* foram destacadas das plantas e inseridas no interior de canudos plásticos e acondicionadas em recipientes de vidro (9 x 2,5 cm) vedados com membrana de látex (Figura 2). Os frascos foram preenchidos com água destilada a fim de manter turgescência dos folíolos. Em seguida, os tratamentos foram pulverizados (pulverizador manual) sobre a face inferior dos folíolos. Durante o ensaio, os recipientes de vidro foram acondicionados em bandeja própria para vidraria.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 15 tratamentos (extratos aquosos a 3%, água destilada e tiametoxam (18 g/100 L de água)) e 3 repetições (uma por folíolo), totalizando 90 ovos por tratamento. A mortalidade foi avaliada aos 7 e 10 dias após a pulverização (DAP), observando-se a percentagem de ninfas não eclodidas.

2.5.2 Efeito ninficida

Neste ensaio foi empregada a mesma metodologia para obtenção de ovos e preparo dos folíolos descritos em 2.5.1. Quando os indivíduos atingiram o segundo ínstar ninfal (N2), demarcou-se uma área com 30 ninfas por folíolo. Os tratamentos foram

pulverizados sobre a face inferior dos folíolos, seguindo o mesmo delineamento experimental e número de repetições empregado em 2.5.1. A mortalidade das ninfas foi quantificada aos 3, 5, 7 e 9 DAP.

2.5.3 Efeito aduictida

Nesse experimento foi utilizado um nebulizador (inalador adaptado) como agente de pulverização, o qual produz gotas menores. Para isto, mudas de tomateiro (15 a 20 dias) foram transferidas para tubos de vidro (9 x 2,5 cm) contendo substrato Bioplant® umedecido, as quais serviram de alimento para os insetos. Para o confinamento dos insetos, foram utilizados recipientes plásticos (26 x 10 cm) transparentes, com volume de 2 L, revestidos no topo com tecido *voil*. A superfície basal destes recipientes foi constituída por uma placa de isopor (16 x 13 x 2,0 cm) perfurada no centro (infestação, nebulização e posterior encaixe da muda) e revestida por cartolina preta, a fim de facilitar a visualização dos insetos mortos (Figura 3).

Para início do bioensaio, 40 insetos adultos (24 a 48 horas de idade) de *B. tabaci* biótipo B foram liberados a partir do orifício basal central da placa de isopor, o qual foi fechado provisoriamente com tecido *voil* e fita adesiva. Após cinco minutos da liberação foi feita a nebulização, utilizando-se um nebulizador (inalador adaptado “ST SUPER-NS”), a partir da base, durante 30 segundos (período necessário para que a névoa produzida pelo equipamento preenchesse todo volume da gaiola). Quando verificado o desaparecimento da névoa (até 5 minutos), foi inserido o recipiente de vidro contendo a muda. (Os intervalos de tempo descritos foram analisados em um estudo prévio).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com os mesmos tratamentos descritos em 2.5.1 e 3 repetições. Cada gaiola correspondeu a uma repetição. A contagem dos adultos mortos foi feita 24, 48 e 72 horas após a nebulização (HAN).

2.6 Análises estatísticas

Para estudar o efeito dos extratos aquosos no comportamento de *B. tabaci* biótipo B foram realizadas duas avaliações: índices de inibição dos adultos (II) e da oviposição, aplicando-se o índice deterrência de oviposição (ID) (adaptado de Lin et al., 1990), através da fórmula: II ou $ID = 2G / (G+P)$ onde G = número de insetos ou ovos contados no folíolo teste e P = número de insetos ou ovos contados na testemunha. Com base nos índices e nos desvios padrões obtidos, determinaram-se os intervalos de classificação (IC) para as médias dos tratamentos, pela fórmula: $IC = [(1 \pm t_{(n-1; \alpha=0,05)}) \times (DP/n^{1/2})]$; onde t = valor do teste t de Student a 5% de probabilidade; DP = desvio padrão; n = número de repetições. Os tratamentos foram considerados neutros quando o valor de seus índices ficou compreendido dentro do IC calculado, inibidores quando os valores foram menores do que o IC calculado e estimulantes quando os valores foram maiores do que IC calculado (Silva *et al.*, 2012).

Quando necessário, os dados referentes à ação inseticida de contato dos extratos foram normalizados pelas transformações $\arccos(x/100)^{1/2}$ e $(x + 0,5)^{1/2}$, sendo posteriormente submetidos à análise de variância pelo Teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para a execução das análises foi empregado o software SASM - Agro – Sistema Para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas Versão 3.2.4. No cálculo da eficiência de controle dos extratos, foi empregada a fórmula proposta por Schneider-Orelli (1947): $MC(\%) = [(Mortal.(%) \text{ em T} - Mortal.(%) \text{ em C}) / (100 - Mortal.(%) \text{ em C})] * 100$, onde: $MC(\%)$ = mortalidade corrigida no controle e T = mortalidade no tratamento. Para esse cálculo, adotou-se como mortalidade no controle o tratamento água destilada.

3 Resultados

Após 24 horas da aplicação dos extratos, verificou-se efeito inibidor sobre adultos da mosca-branca nos tratamentos à base de *Toona ciliata* (3,0), *P. neochilus* (4,4 indivíduos), *Trichilia casaretti* (5,6), *Trichilia pallida* (6,0), *P. callosum* (10,2) e *M. pulegium* (10,2) quando comparados ao controle (água destilada) (Tabela 2). Os demais tratamentos se comportaram como neutros. O extrato de *T. ciliata* foi o mais eficiente neste parâmetro

avaliado, sendo que dos 40 indivíduos de *B. tabaci* biótipo B liberados na gaiola 88,46% preferiram os folíolos pulverizados com água destilada, evitando os folíolos pulverizados com essa espécie vegetal (Tabela 2).

Quanto à oviposição de *B. tabaci* biótipo B nos folíolos pulverizados, os tratamentos *P. neochilus*, *P. callosum*, *T. pallida*, *T. ciliata* e *T. casaretti* foram considerados inibidores à oviposição das fêmeas de mosca-branca. Os demais extratos foram classificados como neutros, não diferindo dos folíolos tratados com água destilada (Tabela 3). O maior efeito de inibição à oviposição foi constatado no extrato de *T. ciliata*, seguido pelos extratos de *T. pallida*, *P. neochilus* e *T. casaretti* e *P. callosum*. A percentagem de ovos contados nos folíolos pulverizados, considerando-se o total de ovos encontrados nos dois folíolos (tratados e não tratados) foi de 11,42, 12,72, 13,62, 22,62 e 27,08%, respectivamente (Tabela 3).

Quanto ao efeito ovicida aos 7 DAP, com excessão de tiametoxam, os demais tratamentos diferiram do tratamento controle água destilada. No entanto, aos 10 DAP, o mesmo inseticida sintético e os tratamentos *M. alliacea*, *C. ambrosioides* e *V. agnus-castus* não diferiram. A percentagem do número de ninfas não eclodidas no último período de avaliação variou entre 78,90% (*P. aduncum*) e 2,23% (água destilada). Os extratos com maior efeito ovicida foram *P. aduncum*, *T. ciliata*, *T. casaretti*, *T. pallida*, *P. graveolens* e *P. neochilus* (Figura 4). A eficiência média de controle calculada para estes seis extratos ficou acima de 52,00%, destacando-se *P. aduncum*, com 78,41% (Figura 5).

Os extratos das meliáceas *T. pallida*, *T. ciliata* e *T. casaretti* foram os mais eficientes no controle das ninfas da mosca-branca aos 9 DAP, diferindo do controle água destilada e com valores absolutos superiores ao do tratamento controle tiametoxam. O extrato aquoso de *A. indica* foi o quarto melhor tratamento no controle de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, porém este não diferiu do controle água destilada. O extrato de *T. pallida* revelou sempre os melhores índices, com destaque para a última avaliação, onde se verificou 21,67 ninfas (72,23% do total) mortas e apenas 4,00 (13,33% do total) na testemunha. Esses três extratos revelaram eficiências variando de 55,11% a 67,95%; já para o controle tiametoxam, a eficiência foi de 35,78% (Tabela 4).

Os tratamentos à base de *T. pallida*, tiametoxam, *M. pulegium* e *T. casaretti* apresentaram valores de mortalidade de adultos de *B. tabaci* superiores aos demais,

com diferença significativa sobre a testemunha às 72 horas da nebulização. O extrato de *T. pallida* foi o mais eficiente e também o único a diferir da água destilada em todas as avaliações (62,50%, 66,68% e 75,82% de mortalidade, respectivamente), alcançando eficiência média de controle de 72,80% após 72 horas (Tabela 5).

4 Discussão

Com base nos resultados obtidos nos testes em que foi avaliado o efeito dos extratos aquosos no comportamento dos insetos adultos, pode-se inferir que as meliáceas *T. ciliata*, *T. pallida* e *T. casaretti*, ao serem pulverizadas em plantas de tomateiro, tornam esta cultura uma hospedeira menos favorável ao desenvolvimento de *B. tabaci* biótipo B. Diferentemente dos efeitos de plantas inseticidas sobre ovos e, principalmente ninfas, já bem divulgados na literatura, os resultados da presente pesquisa de podem contribuir para as novas estratégias de manejo do inseto em tomateiro.

Dentre as plantas desta família, *A. indica* apresenta uma maior gama de estudos em relação ao comportamento de *B. tabaci*. Segundo trabalho de Baldin *et al.* (2007), entre os extratos aquosos pulverizados em plantas de tomate que não foram estimulantes à colonização por *B. tabaci* biótipo B, o extrato de sementes e folhas de nim destacou-se com médias de adultos e ovos abaixo de 0,60 e 0,50, respectivamente, diferindo do tratamento à base de água destilada. Quintela e Pinheiro (2009) concluíram que o extrato aquoso de *A. indica* reduziu a oviposição em folhas de feijoeiro em relação à testemunha. Porém, no presente trabalho, o extrato aquoso de sementes de nim foi denominado neutro de acordo com os índices de classificação estabelecidos para seleção hospedeira.

A maioria do limonoides isolados das meliáceas apresentam características fagodeterrentes. Estudos sobre os mecanismos de substâncias fago-inibidoras demonstraram que a inibição ou redução da alimentação é causada devido à inativação da função de determinados quimiorreceptores ou do estímulo de receptores deterrentes específicos localizados mediano ou lateralmente em sensilas estilocônicas (Li, 1999). A espécie *T. ciliata* é conhecida como fonte dos limonoides cedrelona e toonacilina (Oiano-Neto *et al.*, 1995; 1998). Toonacilina possui ação inseticida e fagodeterrente ao coleóptero *Epilachna varivestis* Mulsant comprovado por Kraus *et al.* (1978) e a *Spodoptera litura*

Fabricius (GOVINDACHARI *et al.*, 1995). Existem inúmeros relatos de propriedades biológicas de espécies de plantas pertencentes ao gênero *Trichilia*. Sua atividade inseticida tem sido atribuída à presença de um grupo de tetranortriterpenoide como hirtina e triquilina. Em *T. pallida* foram descritos três novos tetranortriterpenoides bem como dois compostos já relatados na literatura, hirtina e diacetilhirtina (Simmonds *et al.*, 2001). Xie *et al.* (1994) observaram os efeitos regulador de crescimento e antialimentar do limonóide hirtina de *Trichilia hirta* sobre duas espécies de lepidópteros. Segundo Medeiros *et al.* (2005), discos de folhas de couve pulverizados com extrato aquoso à base de folhas de *T. pallida* não foram ovipositados por *Plutella xylostella*.

A presença destes metabólitos secundários podem ter influenciado o comportamento dos adultos de *B. tabaci* biótipo B, diminuindo o número de insetos e ovos em *T. ciliata* e *T. pallida* devido a esta característica antialimentar (fagodeterrente) ou mesmo pelo contato direto deles com essas moléculas ao caminharem sobre a superfície foliar tratada, fazendo com que os insetos deixassem os folíolos pulverizados com o extrato aquoso. No caso de *T. casaretti*, os maiores constituintes químicos ainda não foram descritos na literatura. Segundo Villas Bôas *et al.* (1997), entre os fatores que podem influenciar a taxa de oviposição de *B. tabaci* está a escassez de alimento. Portanto o efeito antialimentar presente nos metabólitos do gênero *Trichilia* podem ter influenciado negativamente a oviposição da mosca-branca nos folíolos de tomateiro.

No experimento visando avaliar o efeito ovicida dos extratos aquosos, verificou-se que algumas ninfas apresentaram completo desenvolvimento embrionário e conseguiram romper o córion do ovo chegando a eclodir, porém morreram com o corpo parcialmente aderido ao ovo. Isso foi constatado com frequência no tratamento com inseticida sintético, onde não foi verificada ação ovicida, porém o número médio de ninfas mortas nesta situação foi de 23,67, ou seja, 78,90% das ninfas eclodiram, mas morreram aderidas aos ovos. Liu e Stansly (1995) e Prabhaker *et al.* (1999) também presenciaram este efeito ao aplicarem uma formulação à base de óleo da solanácea *Nicotiana gossei* e o inseticida amitraz sobre ovos de *B. tabaci* biótipo B. Os autores do segundo trabalho relataram que a possível morte das ninfas tenha ocorrido devido ao resíduo dos extratos depositados sobre o córion. Isto também pode explicar os resultados obtidos no presente trabalho.

Os dados obtidos no controle de ovos, considerando apenas o período embrionário, mostram-se eficientes, comparativamente aos resultados de Bezerra-Silva *et al.* (2010), em que a maior eficiência de controle foi constatada no extrato orgânico diclorometano de *T. pallida* (27,43%), quando aplicados sobre ovos dessa mesma mosca-branca em tomateiro. Souza e Vendramim (2000), ao avaliarem o efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre ovos de *B. tabaci* biótipo B em tomateiro encontraram mortalidades superiores com os extratos de *T. pallida* a 2 e 3% com 36,67 e 52,32% de ovos mortos, respectivamente. Na presente pesquisa, o extrato aquoso a 3% desta mesma espécie vegetal, que não foi a mais eficaz, causou mortalidade superior a 53%.

P. aduncum foi o extrato aquoso que causou o maior efeito ovicida, porém não há trabalhos desta espécie relacionados com o controle de *B. tabaci* biótipo B. De acordo com Silva *et al.* (2007), esta planta pode ser usada no controle de diversas pragas, visto que contém o metabólito secundário dilapiol, com reconhecida ação inseticida e sinergista. Pereira *et al.* (2008), ao avaliarem a atividade inseticida de diferentes óleos essenciais sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr.), concluíram que alguns dos óleos, incluindo-se o de *P. aduncum*, ocasionaram 100% da redução do número de ovos viáveis e de insetos emergidos. De acordo com Silva *et al.* (2007), tanto o extrato aquoso de raízes como o de folhas de *P. aduncum* demonstraram atividade inseticida sobre adultos de *Aethalion* sp.

Os extratos de *A. indica* são um dos mais eficientes inseticidas botânicos existentes no mundo e alguns produtos são produzidos comercialmente (NeenAzal T/S; Trifolio-M, Alemanha), podendo ser oficialmente usados em cultivos orgânicos e sua atividade inseticida está relacionada ao tetranotriterpenoide azadiractina (Pavela, 2007). A eficiência de algumas meliáceas, como o nim, em mosca-branca tem sido testada em inúmeros experimentos tanto em condições de campo como em casa de vegetação (Kumar *et al.*, 2005). Kumar e Poehling (2007) ao analisaram a toxicidade direta e residual de diferentes produtos, incluindo NeenAzal-T/S em *B. tabaci*, concluíram que neste tratamento a mortalidade ninfal foi de 100% aos 9 DAP. Porém, neste trabalho a percentagem média de ninfas mortas foi de 54,33% aos 9 DAP. Uma possível explicação para isto pode ser a quantidade do ingrediente ativo azadiractina presente no extrato aquoso de nim. Segundo Martinez (2011), o ingrediente ativo azadiractina, presente na árvore de nim, pode ser obtido mais facilmente por meio de extração metanólica.

O extrato de *T. pallida* causou a maior mortalidade ninfal, superando a encontrada em tiametoxam, com eficiência de controle igual a 67,95%. Em trabalho feito por Bezerra-Silva *et al.* (2010), o extrato orgânico desta mesma espécie vegetal foi o mais eficaz com eficiência de controle superior a 70,00%. Os extratos aquosos de *M. alliacea* e das meliáceas *T. pallida* e *T. casaretti* também afetaram o desenvolvimento normal do inseto quando comparados com o obtido em água destilada aos 9 DAA, onde o número de ninfas vivas de segundo ínstar encontradas nos respectivos tratamentos foi de 7,00, 6,67, 6,00, respectivamente (Figura 6). Roel e Vendramim (2006), ao observarem o efeito residual de *T. pallida* em lagartas de *Spodoptera frugiperda*, verificaram que o extrato também reduziu a sobrevivência e prolongou o desenvolvimento larval.

A característica inseticida devido aos metabólitos presentes em *T. pallida* (Simmonds *et al.*, 2001) pode ser o motivo pelo qual esta espécie também propiciou a maior eficiência de controle a insetos adultos entre os tratamentos, sendo superior ao do inseticida sintético, que possui reconhecida bioatividade sobre *B. tabaci* biótipo B (Villas Bôas, 2005).

Os extratos de *M. pulegium* e *T. casaretti* também revelaram efeito adulticida. Não existem muitos trabalhos com essas espécies objetivando o controle de adultos de *B. tabaci* biótipo B; porém há pesquisas que indicam o potencial inseticida destas duas espécies de plantas sobre outros artrópodes. Bogorni e Vendramim (2005) testaram seis extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre o desenvolvimento de *S. frugiperda* em milho. Os autores concluíram que os extratos de *T. pallida* e *T. pallens* foram os mais eficientes, embora o extrato de *T. casaretti* tenha também afetado o desenvolvimento do inseto. Na presente pesquisa, *T. casaretti* e *M. pulegium* foram, igualmente, os terceiros melhores tratamentos com eficiências de controle de 55,35%, representando 61,67% dos insetos avaliados. Cetin *et al.* (2006) avaliaram a atividade larvicida de extratos orgânicos de cinco plantas da família Lamiaceae, entre estas *M. pulegium*, sobre *Culex pipiens* L. e concluíram que todas as plantas apresentaram alta atividade inseticida à larva do mosquito.

Os resultados obtidos no trabalho indicam que a aplicação dos extratos aquosos provenientes de folhas de *T. ciliata*, *P. aduncum* e *T. pallida* foram os mais eficientes no controle de *B. tabaci* biótipo B. Embora muitas pesquisas ainda sejam necessárias (visando isolamento de substâncias e padronizações de uso) nossos achados indicam um grande

potencial para essas espécies botânicas e podem contribuir significativamente para o manejo alternativo do respectivo inseto em tomateiro a campo e cultivo protegido.

5 Agradecimentos

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

6 Referências

- Abou-Fakhr, H.E., McAuslane, H.J. (2006) Effect of *Melia azedarach* extract on *Bemisia argentifolii* and its biocontrol agent *Eretmocerus rui* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Environmental Entomology*, 35, 740-745.
- Baldin, E.L.L.; Souza, D.R.; Souza, E.S.; Beneduzzi, R.A. (2007) Controle de mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro em casa de vegetação. *Horticultura Brasileira*, 25, 602-606.
- Bezerra, F.C. (2003) Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido. Embrapa Agroindustrial Tropical, Fortaleza. p. 22.
- Bezerra-Silva, G.C.D., Vendramim, J.D., Silva, M.A., Dias, C.T.S. (2010) Efeito de extratos orgânicos de meliaceae sobre *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. *Arquivo do Instituto Biológico*, 77, 477-485.
- Bogorni, P.C., Vendramim, J.D. (2005) Efeito subletal de extratos aquosos de *Trichilia* spp. Sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. *Neotropical Entomology*, 34, 311-317.
- Cetin, H., Cinbilgel, I., Yanikoglu, A., Gokceoglu, M. (2006) Larvicidal activity of some Labiatae (Lamiaceae) plant extracts from turkey. *Phytotherapy Research*, 20, 1088-1090.

- Giulietti, A.M., Harley, R.M., Queiroz, L.P., Wanderley, M.G.L., Van Den Berg, C. (2005) Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. *Megadiversidade*, 1, 52-61.
- Govindachari, T.R., Narasimhan, N.S., Suresh, G., Partho, P.D., Gopalakrishnan., Kumari, G.N.K. (1995) Structure-related insect antifeedant and growth regulating activities of some limonoids. *Journal of Chemical Ecology*, 21, 1585-1600.
- Haji, F.N.P., Mattos, M.A.A., Ferreira, R.C.F. (2004) Introdução, origem, distribuição geográfica e classificação sistemática. Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) (eds. F.N.P. Haji & E. Bleicher), pp. 15-20. Embrapa Semi-Árido, Petrolina.
- Jesus, F.G., Boica Junior, A.L., Janini, J.C., Silva, A.G., Carbonel, S.A.M., Chiorato, A.F. (2009) Interação de variedades, óleo de nim e inseticida no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) na cultura do feijoeiro. *Boletín de Sanidad Vegetal*, 35, 491-500.
- Jones, D.R. (2003) Plant viruses transmitted by whiteflies. *European Journal of Plant Pathology*, 109, 195-219.
- Kraus, W., Grimminger, W., Sawitzki, G. (1978) Toonacilin and 6-cetoxytoonacilin, two novel B-seco-tetranortriterpenoids with antifeeding activity. *Angewandte Chemie International Edition in English*, 17, 452-453.
- Kumar, P. and Poehling, H.M. (2007) Effects of azadirachtin, abamectin, and spinosad on sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato plants under laboratory and greenhouse conditions in the humid tropics. *Journal of Economic Entomology*, 100, 411-420.

- Kumar, P., Poehling, H.M., Borgemeister, C. (2005) Effects of different application methods of azadirachtin against sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Hom., Aleyrodidae) on tomato plants. *Journal of Applied Entomology*, 129, 488-497.
- Lara, F.M. (1991) Princípios de resistência de plantas aos insetos. Ícone, São Paulo. p. 336.
- Li, X. (1999) Recent studies on insecticidal activities of limonoids from meliaceous plants. *Entomologia Sinica*, 6, 283-288.
- Lin, H., Kogan, M., Fischer, D. (1990) Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. *Environmental Entomology*, 19, 1852-1857.
- Liu, T.X. and Stansly, P.A. (1995) Toxicity of biorational insecticides to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato leaves. *Journal of Economic Entomology*, 88, 564-568.
- Lourenção, A.L., Nagai, H. (1994) Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. *Bragantia*, 53, 53-59.
- Martinez, S.S. (2011) O nim - *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção. IAPAR, Londrina. p. 205.
- Macedo, J.R., Cpache, C.L., Silva Melo, A., Bhering, S.B. (2005) Recomendações técnicas para a produção do tomate ecologicamente cultivado – TOMATEC. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. p. 10.
- Medeiros, C.A.M., Boica Junior, A.L.; Torres, A.L. (2005) Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traça-das-crucíferas, em couve. *Bragantia*, 64, 227-232.

- Mesquita, A.L.M., Azevedo, F.B., Sobrinho, R.B., Guimarães, J.A. (2007) Eficiência do controle químico sobre mosca branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em meloeiro. *Revista Caatinga*, 20, 77-84.
- Oiano-Neto, J., Agostinho, S.M.M., Silva, M.F.G.F., Vieira, P.C., Fernandes, J.B., Pinheiro, A.L., Vilela, V.F. (1995) Limonoids from seeds of *Toona ciliata* and their chemosystematic significance. *Phytochemistry*, 38, 397-401.
- Oiano-Neto, J., Silva, M.F.G. F., Fernandes, J.B., Vieira, P.C., Pinheiro, A.L. (1998) Norlimonoids from seeds of *Toona ciliata*. *Phytochemistry*, 49, 1369-1373.
- Pavela, R. (2007) Possibilities of botanical insecticide exploitation in plant protection. *Pest Technology*, 1, 47-52.
- Pereira, A.C.R.L., Oliveira, J.V., Junior, M.G.C.G., Câmara, C.A.G. (2008) Atividades essenciais de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr. 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. *Ciência e Agrotecnologia*, 32, 717-724.
- Pinheiro, P.V., Quintela, E.D., Oliveira, J.P., Seraphin, J.C. (2009) Toxicity of neem oil to *Bemisia tabaci* biotype B nymphs reared on dry bean. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44, 354-360.
- Prabhaker, N., Toscano, N.C., Henneberry, T.J. (1999) Comparison of neem, ureia, and amitraz as oviposition suppressants and larvicides against *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 92, 40-46.
- Prabhaker, N., Toscano, N.C., Henneberry, T.J. (1998) Evaluation of insecticide rotation and mixtures as resistance management strategies for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 91, 820-826.

- Quintela, E.D. and Pinheiro, P.V. (2009) Redução da oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em folhas de feijoeiro tratadas com extratos botânicos. *BioAssay*, 4, 1-10.
- Roel, A.R. and Vendramim, J.D. (2006) Efeito residual do extrato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) para lagartas de diferentes idades de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciência Rural*, 36, 1049- 1054.
- Schneider-Orelli, O. (1947) Entomologisches praktikum. Aarau, Sauerlander. p. 149.
- Silva, M.A., Bezerra-Silva, G.C., Vendramim, J.D., Mastrangela, T. (2012) Inhibition of oviposition by neem extract: a behavioral perspective for the control of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, 95, 332-336.
- Silva, W.C., Ribeiro, J.D., Souza, H.E.M., Corrêa, R.S. (2007) Atividade inseticida de *Piper aduncum* Piperacea (L.) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga de importância econômica no Amazonas. *Acta Amazonica*, 37, 293-298.
- Silva, L.D., Omoto, C., Bleicher, E., Dourado, P.M. (2009) Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. *Neotropical Entomology*, 38, 116-125.
- Simmonds, M.S.J., Stevenson, P.C., Porter, E.A., Veitch, N.C. (2001) Insect antifeedant activity of new three tetranortriterpenoids from *Trichilia pallida*. *Journal of Natural Products*, 64, 1117-1120.
- Souza, A.P. and Vendramim, J.D. (2000) Atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B em tomateiro, *Scientia Agricola*, 57, 403-406.

- Souza, A.P and Vendramim, J.D. (2001) Atividade inseticida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology*, 30, 133-137.
- Villas Bôas, G.L. (2005) Manejo integrado de mosca-branca. Embrapa-CNPq, Brasília. p. 6.
- Villas Bôas, G.L., França, F.H., Ávila, A.C., Bezerra, I.C. (1997) Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Embrapa-CNPq, Brasília. p.11.
- Villas Bôas, G.L., Melo, P.E., Branco, M.C., Giordano, L.B., Melo, W.F. (2007) Desenvolvimento de um modelo de produção integrada de tomate indústria-PITI. Manejo integrado de doenças e pragas (eds. Zambolim, L., Lopes, C.A., Picanço, M.C., Costa, H.), pp. 349-362. UFV, Viçosa.
- Xie, Y.S., Isman, M.B., Gunning, P., Mackinnon, S., Arnason, J.T., Taylor, D.R., Sánchez, P., Hasbun, C., Towres, G.H.N. (1994) Biological activity of extracts of *Trichilia* species and the limonoid hirtina against lepidopteran larvae. *Biochemical Systematics and Ecology*, 22, 129-136.

Tabela 1. Relação de espécies botânicas investigadas e respectivas características.

Espécies botânicas	Famílias botânicas	Estrutura utilizada	Origem	Nº Exsicata/Comércio [‡]	Depósito no Herbário
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Meliaceae	A	Ribeirão Preto, SP	Comércio	-----
<i>Toona ciliata</i> M. Roemer	Meliaceae	F	Santa Maria do Jetibá, ES	Comércio	-----
<i>Ruta graveolens</i> L.	Rutaceae	F	Botucatu, SP	Comércio	-----
<i>Trichilia pallida</i> Swartz	Meliaceae	F	Piracicaba, SP	28.298	Irina Delanova Gemtchujnicov - BOTU
<i>Trichilia casaretti</i> C. DC. [†]	Meliaceae	F	Piracicaba, SP	-----	-----
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae	F+R+I	Patrocínio, MG	61.679	Uberlandense (HUFU)
<i>Mentha pulegium</i> L.	Lamiaceae	F	Patrocínio, MG	61.681	Uberlandense (HUFU)
<i>Plectranthus neochilus</i> Schltr.	Lamiaceae	F	Franca, SP	SPFR12323	SPFR/USP
<i>Pelargonium graveolens</i> L'Her	Geraniaceae	F	Franca, SP	SPFR12023	SPFR/USP
<i>Piper callosum</i> Ruiz & Pav.	Piperaceae	F	Itacoatiara, AM	8.267	UFAM
<i>Vitex agnus-castus</i> L.	Verbenaceae	F	Itacoatiara, AM	8.268	UFAM
<i>Mansoa alliacea</i> (Lam.) A. Gentry	Bignoniaceae	F	Itacoatiara, AM	8.651	UFAM
<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	F	São Paulo, SP	K-057	SPF/USP

F = folha, R = ramo, A = amêndoa e I = Inflorescência; [†]Material não depositado em Herbário pelo fato de não possuir estruturas reprodutivas. No entanto, foi identificado pelo pesquisador Dr. Paulo César Bogorni da ESALQ/USP; [‡]Materiais obtidos junto ao comércio não sendo depositados em Herbário.

Tabela 2. Inibição causada por extratos aquosos e o inseticida tiametoxam sobre adultos de *B. tabaci* biótipo B em folíolos de tomateiro após 24 horas da pulverização (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).

Tratamentos	Adultos/folíolo	Π^{\ddagger} (M ± EP)	IC [‡]	Classificação [§]
<i>A. indica</i>	12,60	0,99 ± 0,18	(0,62; 1,38)	neutro
Controle	13,00			
<i>T. pallida</i>	6,00	0,42 ± 0,15	(0,68; 1,32)	inibidor
Controle	22,40			
<i>T. casaretti</i>	5,60	0,58 ± 0,04	(0,91; 1,09)	inibidor
Controle	14,20			
<i>C. ambrosioides</i>	14,60	1,14 ± 0,33	(0,30; 1,70)	neutro
Controle	11,20			
<i>R. graveolens</i>	15,00	0,89 ± 0,25	(0,46; 1,54)	neutro
Controle	19,80			
<i>M. pulegium</i>	10,20	0,56 ± 0,15	(0,68; 1,32)	inibidor
Controle	27,20			
<i>T. ciliata</i>	3,00	0,22 ± 0,08	(0,83; 1,17)	inibidor
Controle	23,00			
<i>V. agnus-castus</i>	19,20	1,12 ± 0,29	(0,39; 1,61)	neutro
Controle	15,80			
<i>P. callosum</i>	10,20	0,56 ± 0,09	(0,81; 1,19)	inibidor
Controle	27,60			
<i>P. aduncum</i>	12,80	1,06 ± 0,24	(0,49; 1,51)	neutro
Controle	13,60			
<i>M. alliacea</i>	13,80	0,92 ± 0,14	(0,70; 1,30)	neutro
Controle	16,00			
<i>P. graveolens</i>	10,80	0,76 ± 0,27	(0,44; 1,56)	neutro
Controle	16,40			
<i>P. neochilus</i>	4,40	0,33 ± 0,16	(0,66; 1,34)	inibidor
Controle	28,40			
Tiametoxam	12,00	0,78 ± 0,26	(0,45; 1,55)	neutro
Controle	21,60			

[‡]Índice de inibição dos adultos; [‡]Intervalo de Classificação; [§]Classificação = Neutro: compreendendo dentro do Intervalo de classificação (ICi < II < ICs); Inibidor (II < ICi); Estimulante (II > ICs); ICi = intervalo de classificação limite inferior e ICs = intervalo de classificação limite superior.

Tabela 3. Inibição causada por extratos aquosos e o inseticida tiametoxam sobre a oviposição de *B. tabaci* biótipo B em folíolos de tomateiro após 24 horas da pulverização (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).

Tratamentos	Ovos/folíolo	ID [†] (M ± EP)	IC [‡]	Classificação [§]
<i>A. indica</i>	27,60	0,76 ± 0,24	(0,50; 1,50)	Neutro
Controle	54,80			
<i>T. pallida</i>	8,60	0,37 ± 0,16	(0,66; 1,34)	Inibidor
Controle	59,00			
<i>T. casaretti</i>	9,20	0,44 ± 0,17	(0,64; 1,36)	Inibidor
Controle	32,20			
<i>C. ambrosioides</i>	23,80	0,84 ± 0,37	(0,22; 1,78)	Neutro
Controle	32,60			
<i>R. graveolens</i>	15,20	0,66 ± 0,29	(0,37; 1,63)	Neutro
Controle	34,60			
<i>M. pulegium</i>	16,80	0,52 ± 0,23	(0,52; 1,48)	Neutro
Controle	92,20			
<i>T. ciliata</i>	4,80	0,23 ± 0,08	(0,84; 1,16)	Inibidor
Controle	37,20			
<i>V. agnus-castus</i>	34,60	1,16 ± 0,36	(0,24; 1,76)	Neutro
Controle	28,40			
<i>P. callosum</i>	36,40	0,54 ± 0,14	(0,69; 1,31)	Inibidor
Controle	98,00			
<i>P. aduncum</i>	38,20	1,07 ± 0,25	(0,47; 1,53)	neutro
Controle	44,00			
<i>M. alliacea</i>	50,20	0,88 ± 0,25	(0,47; 1,53)	Neutro
Controle	66,20			
<i>P. graveolens</i>	21,80	0,59 ± 0,26	(0,45; 1,55)	Neutro
Controle	44,20			
<i>P. neochilus</i>	15,80	0,34 ± 0,24	(0,50; 1,50)	Inibidor
Controle	100,20			
Tiametoxam	31,00	0,70 ± 0,32	(0,33; 1,67)	Neutro
Controle	66,60			

[†]Índice da deterrência de oviposição; [‡]Intervalo de Classificação; [§]Classificação = Neutro: compreendendo dentro do Intervalo de classificação (ICi < II < ICs); Inibidor (II < ICi); Estimulante (II > ICs); ICi = intervalo de classificação limite inferior e ICs = intervalo de classificação limite superior.

Tabela 4. Mortalidade média (\pm EP) de ninfas de *B. tabaci* biótipo B em folíolos de tomateiro, após a aplicação dos extratos aquosos em diferentes períodos de avaliação (T = 25°C \pm 2; UR = 65 \pm 10%; fotofase = 14h).

Extratos	Mortalidade de ninfas (%) [†]				E.C. (%)
	3 DAP	5 DAP	7 DAP	9 DAP	
<i>T. pallida</i>	48,89 \pm 7,29 a	53,33 \pm 11,71 a	62,22 \pm 7,78 a	72,22 \pm 6,76 a	67,95
<i>P. neochilus</i>	40,00 \pm 3,85 ab	47,78 \pm 9,49 a	47,78 \pm 9,49 a	51,11 \pm 8,01 abc	43,46
<i>M. pulegium</i>	38,89 \pm 5,88 ab	44,44 \pm 7,29 a	46,67 \pm 6,67 a	50,00 \pm 5,09 abc	42,31
<i>R. graveolens</i>	28,89 \pm 2,22 abc	32,22 \pm 1,11 a	37,78 \pm 4,01 a	40,00 \pm 5,77 abc	30,77
<i>T. ciliata</i>	26,67 \pm 6,67 abc	32,22 \pm 1,11 a	54,44 \pm 7,78 a	65,56 \pm 5,88 ab	60,27
<i>T. casaretti</i>	22,22 \pm 6,76 abc	34,44 \pm 6,76 a	45,56 \pm 2,22 a	61,11 \pm 14,57 ab	55,11
Tiametoxam	22,22 \pm 9,88 abc	34,44 \pm 12,37 a	42,22 \pm 12,81 a	44,44 \pm 12,37 abc	35,78
<i>M. alliacea</i>	18,89 \pm 1,11 abc	26,67 \pm 3,33 a	33,33 \pm 1,92 ab	34,44 \pm 2,22 abc	24,33
<i>A. indica</i>	16,67 \pm 5,09 abc	37,78 \pm 9,09 a	48,89 \pm 12,81 a	54,44 \pm 12,81 abc	47,42
<i>V. agnus-castus</i>	16,67 \pm 8,39 bc	23,33 \pm 12,02 a	27,78 \pm 12,52 ab	28,89 \pm 11,60 abc	17,96
<i>C. ambrosioides</i>	15,56 \pm 2,94 bc	16,67 \pm 3,33 ab	21,11 \pm 1,11 ab	30,00 \pm 1,92 abc	19,23
<i>P. callosum</i>	15,56 \pm 5,56 bc	28,89 \pm 12,37 a	37,78 \pm 14,44 ab	45,56 \pm 9,69 abc	37,20
<i>P. aduncum</i>	7,78 \pm 2,22 cd	21,11 \pm 6,76 a	21,11 \pm 6,76 ab	24,44 \pm 9,88 bc	12,81
<i>P. graveolens</i>	6,67 \pm 1,92 cd	31,11 \pm 1,11 a	40,00 \pm 5,77 a	47,78 \pm 9,09 abc	40,12
Água destilada	0,00 \pm 0,00 d	0,00 \pm 0,00 b	4,44 \pm 2,94 b	13,33 \pm 5,09 c	0,00
F	7,44 ^{**}	4,70 ^{**}	3,71 ^{**}	3,34 ^{**}	----
CV (%)	26,94	27,03	25,24	23,28	----

[†]Para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen(\sqrt{x/100})^{1/2}$. Médias seguidas da mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ^{*}Eficiência de controle dos tratamentos calculada no último período de avaliação.

Tabela 5. Mortalidade média (\pm EP) de adultos de *B. tabaci* biótipo B em folíolos de tomateiro, após a aplicação dos extratos aquosos em diferentes períodos de avaliação (T = 25°C \pm 2; UR = 65 \pm 10%; fotofase = 14h).

Extratos	Mortalidade de adultos (%) [†]			E.C. [‡] (%)
	24 h	48 h	72 h	
<i>T. pallida</i>	62,50 \pm 0,88 a	66,67 \pm 7,12 a	75,83 \pm 10,64 a	72,80
<i>T. casaretti</i>	47,50 \pm 0,92 ab	56,67 \pm 10,14 ab	61,67 \pm 9,28 a	55,35
<i>C. ambrosioides</i>	45,00 \pm 0,89 ab	51,67 \pm 1,67 ab	58,33 \pm 3,63 ab	51,44
<i>M. pulegium</i>	40,00 \pm 0,84 ab	51,67 \pm 9,61 ab	61,67 \pm 9,39 a	55,35
Tiametoxam	40,00 \pm 0,87 ab	54,17 \pm 12,44 ab	62,50 \pm 11,81 a	56,30
<i>R. graveolens</i>	37,50 \pm 0,93 abc	42,50 \pm 13,23 ab	45,83 \pm 13,72 ab	36,88
<i>T. ciliata</i>	35,00 \pm 0,89 abc	40,00 \pm 11,55 ab	45,00 \pm 11,46 ab	35,91
<i>V. agnus-castus</i>	30,00 \pm 0,70 abc	31,67 \pm 3,00 ab	45,00 \pm 3,82 ab	35,91
<i>P. graveolens</i>	29,17 \pm 0,95 abc	45,00 \pm 8,66 ab	47,50 \pm 7,22 ab	38,83
<i>M. alliacea</i>	27,50 \pm 0,85 abc	33,33 \pm 6,82 ab	39,17 \pm 8,46 ab	29,13
<i>A. indica</i>	27,50 \pm 0,88 abc	31,67 \pm 7,12 ab	42,50 \pm 10,64 ab	33,00
<i>P. callosum</i>	25,00 \pm 0,87 abc	34,17 \pm 3,00 ab	39,17 \pm 0,83 ab	29,13
<i>P. aduncum</i>	22,50 \pm 0,84 bc	31,67 \pm 2,20 ab	37,50 \pm 6,61 ab	27,17
<i>P. neochilus</i>	22,50 \pm 0,85 bc	27,50 \pm 6,61 ab	32,50 \pm 9,01 ab	21,35
Água destilada	9,17 \pm 1,00 c	14,17 \pm 6,01 b	14,17 \pm 6,01 b	0,00
F	3,76**	2,06*	2,81*	----
CV(%)	22,40	25,58	22,96	----

[†]Para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen(x/100)^{1/2}$. Médias seguidas da mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); [‡]Eficiência de controle dos tratamentos calculada no último período de avaliação.

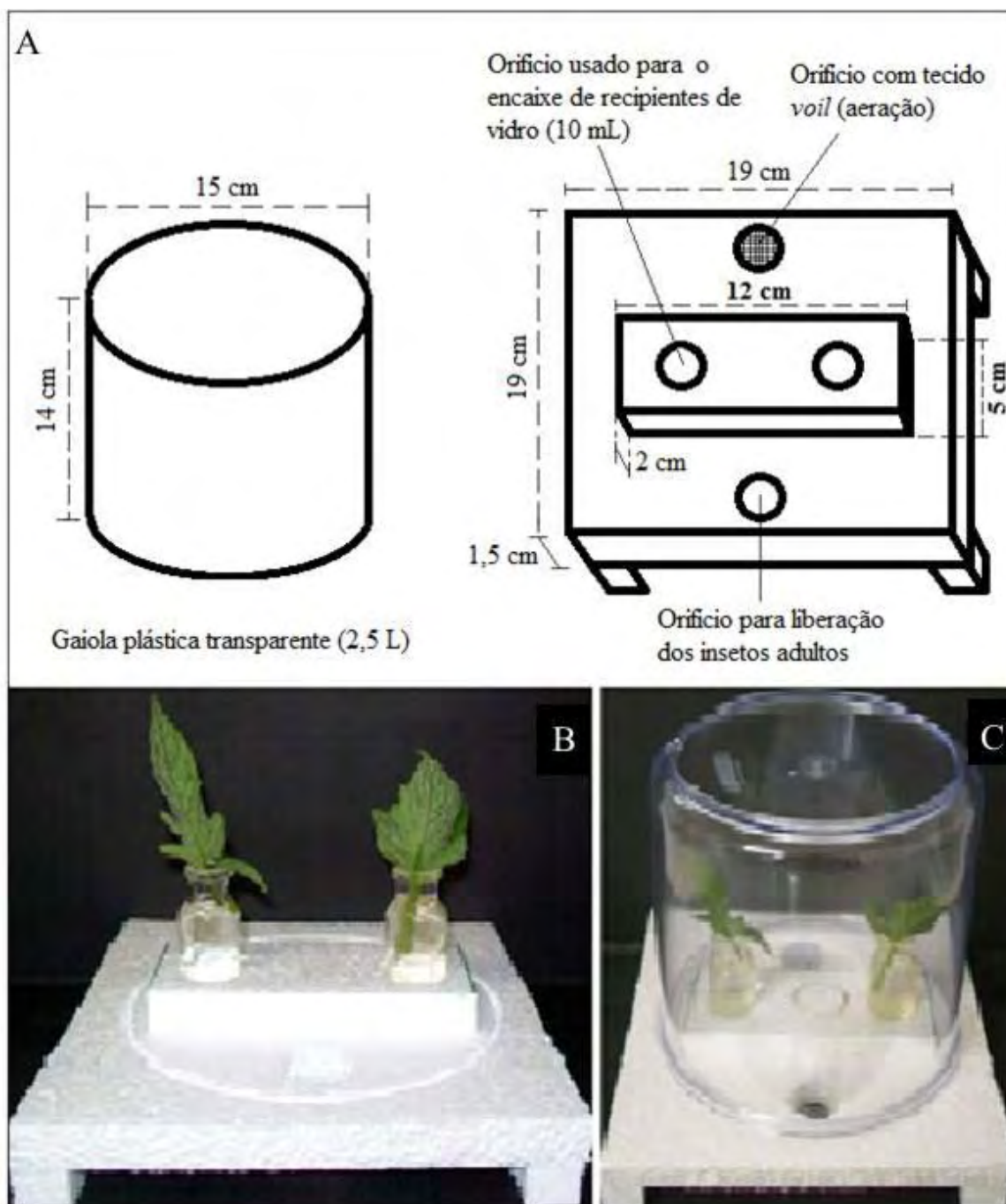


Figura 1 (A) Características gerais da gaiola utilizada no experimento em que foi avaliado o efeito dos extratos aquosos no comportamento dos insetos adultos de *B. tabaci* biótipo B. (B) Frascos de vidro contendo água e folíolos de tomateiro pulverizados com água e tratamento (extratos e tiametoxam). (C) Experimento montado.



Figura 2 Folha de tomateiro contendo três folíolos inserida no interior de canudo plástico e acondicionada em recipiente de vidro (9 x 2,5 cm) vedado com membrana de látex.

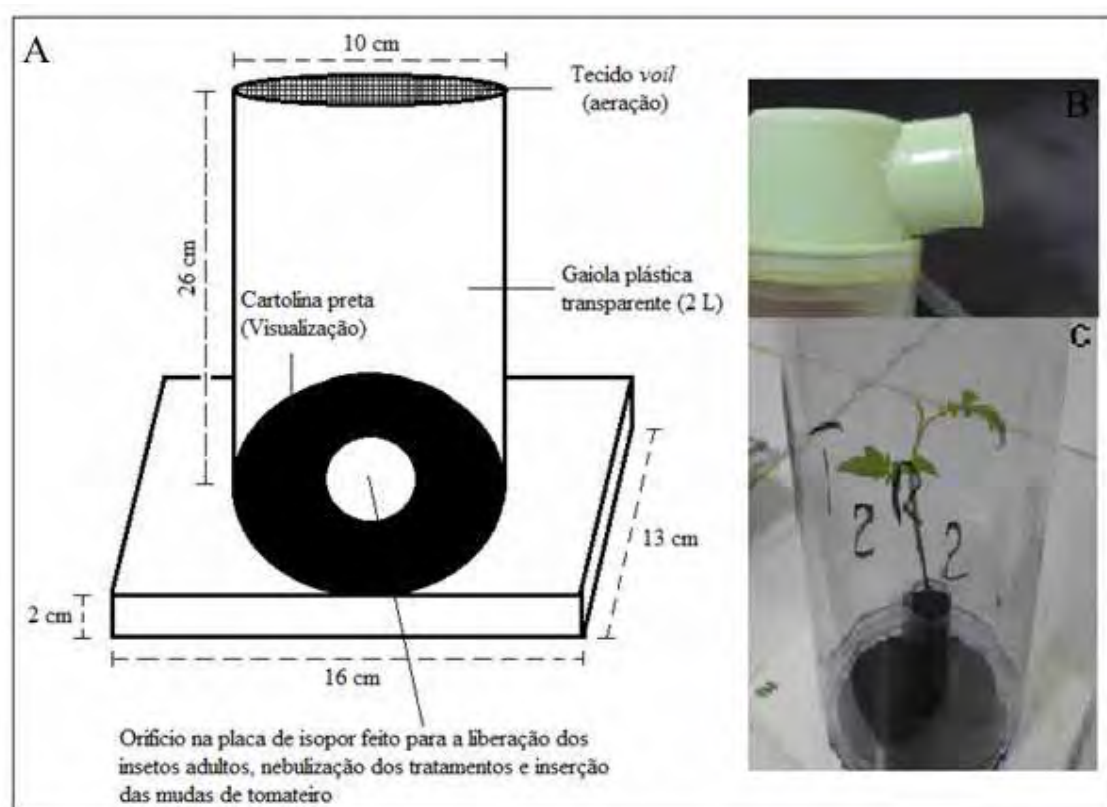


Figura 3 (A) Características gerais da gaiola utilizada no experimento adulticida. (B) “Névoa” produzida pelo inalador “ST SUPER-NS”. (C) Gaiola contendo a muda de tomateiro inserida posteriormente a liberação dos insetos adultos de *B. tabaci* biótipo B e nebulização dos tratamentos.

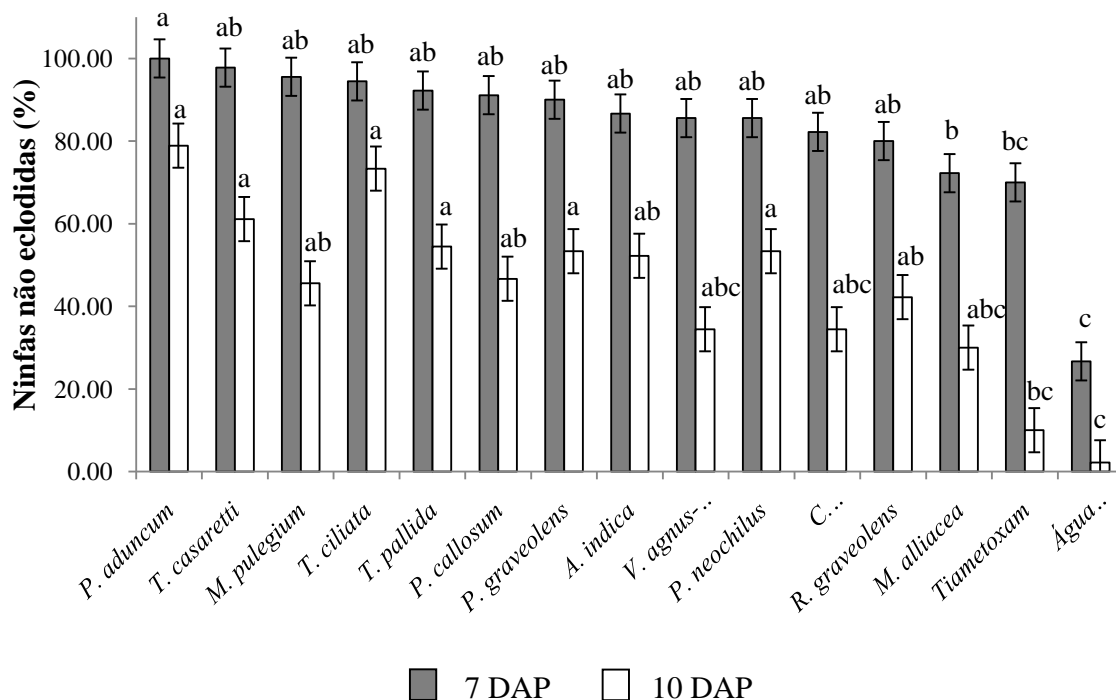


Figura 4 Percentagem média (\pm EP) de ninfas não eclodidas de *B. tabaci* biótipo B em folíolos de tomateiro pulverizados com diferentes extratos vegetais. Para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen(x/100)^{1/2}$. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) ($T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2$; UR = $65 \pm 10\%$; fotofase = 14h).

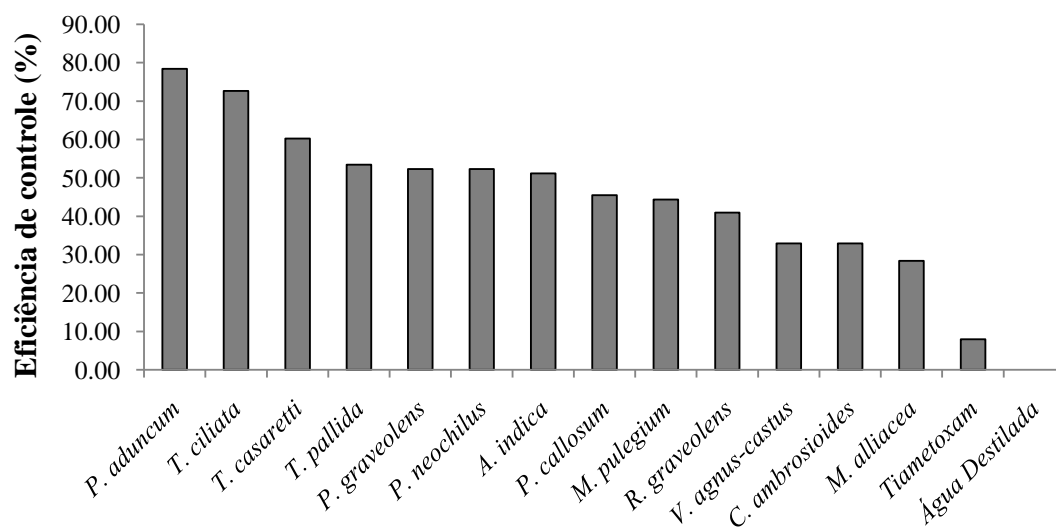


Figura 5 Eficiência de controle dos extratos aquosos aplicados sobre os ovos de *B. tabaci* biótipo B. Cálculo feito com base no número médio de ninfas não eclodidas aos 10 DAP ($T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2$; UR = $65 \pm 10\%$; fotofase = 14h).

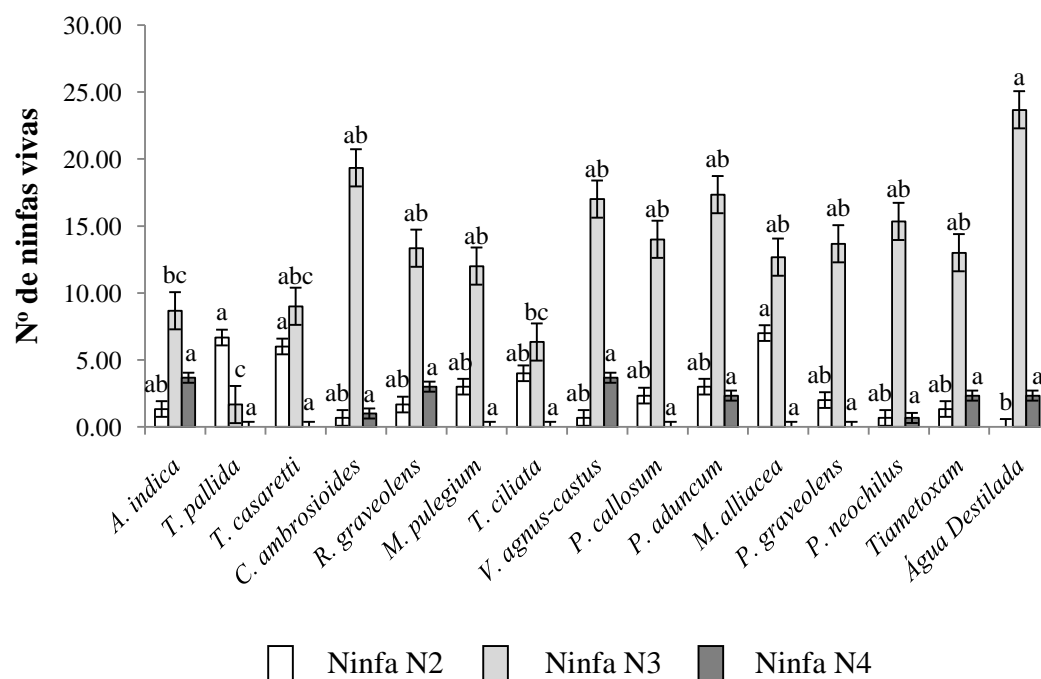


Figura 6 Número médio (\pm EP) de ninfas vivas de *B. tabaci* biótipo B, em diferentes estádios de desenvolvimento, contabilizadas aos 9 DAP. Para análise estatística os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) ($T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2$; UR = $65 \pm 10\%$; fotofase = 14h).

**CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E BIOATIVIDADE DE ÓLEOS
ESSENCIAIS DE DIFERENTES ESPÉCIES BOTÂNICAS SOBRE *Bemisia tabaci*
BIÓTIPO B EM TOMATEIRO**

(O presente capítulo segue as normas disponibilizadas pelo periódico Insect Science)

Resumo

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma das pragas mais limitantes para o cultivo do tomateiro em todo o mundo. Os danos ocasionados por esse inseto podem comprometer a produção total das lavouras. O manejo desse inseto é geralmente feito através de pulverizações com inseticidas sintéticos. No entanto, devido aos problemas ambientais associados ao uso dessa prática, métodos alternativos como o uso de produtos de plantas com atividade inseticida começam a ser inseridos nas estratégias do MIP. Portanto, este trabalho avaliou os efeitos de óleos essenciais de cinco espécies vegetais sobre *B. tabaci* biótipo B em tomateiro através de testes de comportamento e fumigação. O óleo essencial de *P. callosum* apresentou o maior efeito inibidor, reduzindo a presença de adultos e ovos da mosca-branca nos folíolos de tomateiro. No teste de fumigação, o óleo essencial de *M. alliacea* foi o mais eficaz para ninfas e adultos (100% de mortalidade). Para este óleo em insetos adultos, a CL₅₀ após 6 horas de fumigação foi de 0,07µL/L de ar e o TL₅₀ na maior concentração foi de 1,98 horas. Para ninfas, a CL₅₀ obtida após 72 horas de fumigação foi de 0,41µL/L de ar e o TL₅₀ na maior concentração foi de 30,02 horas. Como constituintes majoritários, foram identificados os organosulfurados, trissulfeto de dialila (66,85%), dissulfeto de dialila (23,29%) e tetrassulfeto de dialila (5,32%).

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*; inseticidas botânicos; mosca-branca; inibição; fumigação

1 Introdução

O tomate, *Solanum lycopersicum* L., é considerado como uma das hortaliças mais importantes no Brasil e no mundo, sendo utilizado na dieta alimentar como fonte de vitaminas e sais minerais. A cultura é atacada por um grande número de artrópodes e microorganismos, exigindo inúmeras aplicações de defensivos, o que acarreta sérios problemas para o homem e o meio ambiente (Villas Bôas *et al.*, 2007).

Bemisia tabaci (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) é atualmente considerada uma das principais pragas do tomateiro, podendo ocasionar perdas de até 100% na produção (Baldin *et al.*, 2007). Adultos e ninfas de *B. tabaci* se alimentam do floema, causando clorose nas folhas infestadas e amadurecimento irregular de frutos (COHEN *et al.*, 1998; Baldin *et al.*, 2005). Devido à constante alimentação, o inseto excreta grande volume de *honeydew* sobre as estruturas vegetais, resultando na formação da fumagina, que compromete o processo fotossintético. Este inseto também atua como vetor de importantes geminivírus, letais às plantas (Nuez *et al.*, 1999; Jones, 2003).

Seu controle é dificultado por fatores como alta fecundidade e alta taxa de imigração. Em adição, o inseto geralmente habita a face abaxial das folhas, diminuindo a possibilidade de contato dos inseticidas por meio de pulverização. Embora o uso de inseticidas sintéticos seja o método mais utilizado pelos agricultores no controle de *B. tabaci* biótipo B (James, 2003), seu uso irrestrito e a falta de rotação de ingredientes ativos têm favorecido o desenvolvimento de resistência aos defensivos mais comuns (Prabhaker *et al.*, 1998).

Este cenário tem levado à procura por métodos alternativos de controle ou estratégias complementares que possam ser utilizadas no manejo integrado de pragas, como óleos essenciais de plantas (Yatagai, 1997). O efeito inseticida dos óleos essenciais extraídos de plantas aromáticas tem sido amplamente investigado (Aslan *et al.*, 2004). Existem perspectivas para a aplicação de óleos essenciais em um ambiente controlado, como estufa, objetivando-se a produção de vegetais, plantas ornamentais, e também a produção de produtos orgânicos certificados com alto valor de mercado (Yang *et al.*, 2010). Algumas vantagens da utilização destes compostos em relação aos inseticidas sintéticos se referem à rápida degradação, desenvolvimento de resistência mais lento, menor contaminação ambiental, além de serem mais seguros para os operadores (Oliveira *et al.*, 2007).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de óleos essenciais de cinco espécies botânicas sobre *B. tabaci* biótipo B, através da avaliação do efeito destes no comportamento dos insetos adultos e de testes de fumigação sobre ninfas e adultos do inseto.

2 Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Resistência de Plantas e Plantas Inseticidas (LARESPI) do Departamento de Produção Vegetal no Setor de Defesa Fitossanitária da FCA/UNESP de Botucatu-SP entre os anos 2011 e 2012.

2.1 Criação estoque de *B. tabaci* biótipo B

A população inicial da mosca-branca foi obtida de uma criação do Setor de Entomologia do IAC (Campinas), previamente identificada como *B. tabaci* biótipo B pela Dra. Judith K. Brown (Universidade do Arizona, EUA). A fim de se manter uma população de *B. tabaci* biótipo B para disponibilizar um número de ninfas e insetos adultos suficientes para o desenvolvimento do trabalho, uma criação foi mantida em casa de vegetação (2,5 x 2,5 x 2 m), a qual foi fechada lateralmente com vidros e telado anti-afídeo, tendo o teto revestido com vidro e sombrite. Para a manutenção dos insetos foram fornecidas plantas de couve-de-folhas, semeadas em vasos plásticos de 2 L, as quais foram periodicamente irrigadas. As plantas foram periodicamente irrigadas e quando, em senescência, foram substituídas por outras sadias.

2.2 Obtenção e manutenção de plantas de tomateiro

Sementes de tomateiro cv. Santa Clara (Sakata®) foram semeadas em bandejas de isopor (128 células) com substrato (BIOPLANT®). Após 20 a 30 dias da semeadura, foi realizado o transplântio das mudas para vasos plásticos de 2 L, contendo solo esterilizado e adubado, conforme a orientação para a cultura (Bezerra, 2003; Macedo *et al.*, 2005). As mudas foram formadas em casa de vegetação isolada, livre da infestação de insetos.

2.3 Extração de óleos essenciais das spp. botânicas

Os óleos essenciais e a constituição química das espécies *Plectranthus neochilus* Schltr. (exsicata n° SPFR12323 – depositada no Herbário da FFCRLP/USP) e *Pelargonium graveolens* L'Her (exsicata n° SPFR12023 – depositada no Herbário da FFCRLP/USP) foram fornecidos pelo Prof. Dr. Antônio Eduardo Miller Crotti, da UNIFRAM. Os óleos essenciais e a constituição química de *Piper callosum* Ruiz & Pav. (exsicata n° 8.267 – depositada no Herbário da UFAM), *Vitex agnus-castus* L. (exsicata n° 8.268 – depositada no Herbário da UFAM) e de *Mansoa alliacea* (Lam.) A. Gentry (exsicata n° 8.651 – depositada no Herbário da UFAM) foram fornecidos pela Profa. Dra. Renata Takeara (UFAM).

Para a obtenção dos óleos essenciais, folhas frescas (300 g) de cada espécie vegetal foram coletadas e transportadas aos laboratórios em caixa de isopor contendo gelo, a fim de minimizar a perda de constituintes voláteis. A extração foi realizada por hidrodestilação durante 4 h em aparatos do tipo Clevenger, acoplados em série aos respectivos balões de fundo redondo (1 L), cada um deles contendo toda a massa de folhas frescas e 500 mL de água destilada. A condensação dos vapores e o acúmulo do sistema bifásico óleo essencial/água no receptor graduado resultou na separação do óleo essencial da água, permitindo assim a coleta manual do óleo essencial. Para eliminar traços de água remanescentes nos óleos essenciais, as amostras de óleo coletadas foram armazenadas em temperaturas abaixo de 0°C, possibilitando separar os óleos essenciais da água por meio de uma seringa. As amostras dos óleos essenciais foram estocadas em microtubos recobertos por folha de alumínio e mantidas em *freezer* a 4°C até a realização dos ensaios biológicos.

A constituição química dos óleos essenciais foi determinada por cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), em aparelho Shimadzu QP2010Plus (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão), equipado com injetor automático AOC-20i, fonte de ionização por elétrons (IE-EM) e analisador quadrupolar do tipo filtro de massas. Para a dissolução das amostras foi utilizado hexano grau espectroscópico (marca Mallinkrodt). A identificação dos constituintes químicos dos óleos essenciais foi realizada com base na metodologia estabelecida por Adams (1995), conforme descrito a seguir:

A separação cromatográfica foi realizada em coluna capilar Rtx5-MS (Restek) de sílica fundida (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm de filme), composta de 5% de

difenilsiloxano e 95% de dimetilpolisiloxano. Foi utilizado hélio (99,999%) como gás de arraste, a um fluxo constante de 1,0 mL/min. A temperatura do injetor foi de 240°C e o volume de injeção foi de 0,1 µL. A temperatura do forno foi programada de 60°C a 240°C a uma velocidade de 3°C/min. Para a padronização dos tempos de retenção foi adicionada às amostras de óleos essenciais uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos saturados (C₈ a C₂₆). Os índices de retenção de Kovats (IR) foram calculados de acordo com a equação proposta por Van Den Dool e Kratz (1963): $IR = 100n + 100 (t_x - t_n) / (t_{n+1} - t_n)$, onde n é o número de carbonos do primeiro hidrocarboneto da mistura de padrões cujo tempo de retenção t_n é imediatamente menor que o tempo de retenção t_x do constituinte do óleo essencial, e t_{n+1} é o tempo de retenção do hidrocarboneto da mistura de padrões imediatamente maior. Os valores de IR obtidos foram comparados com os da literatura.

A amostra eluída da coluna cromatográfica foi direcionada pelo divisor de fluxo para a fonte de ionização, na razão de 1:20. A temperatura da fonte foi ajustada em 280°C e a energia do feixe de elétrons foi de 70 eV. O analisador foi controlado para separar íons de *m/z* entre 40 e 600. Os espectros de massas obtidos foram comparados com os das Bibliotecas Wiley 7, NIST 08 e FFNSC 1.2 através do software GCMS Solution (Shimadzu, Japão), que forneceu o índice de similaridade (IS), expresso em porcentagem. A identificação de cada constituinte químico presente nos óleos essenciais foi feita com base na combinação entre os valores de IR e de IS. Os compostos cujos picos apresentaram IS abaixo de 85% e IR experimentais com diferença maior que 20 em relação à literatura foram considerados como "não identificados". As porcentagens de cada constituinte químico nos óleos essenciais foram estimadas a partir das áreas dos picos, obtidas por normalização.

2.4 Efeito dos óleos essenciais no comportamento dos insetos adultos

Nos processos envolvidos na interação inseto-planta há uma cadeia de estímulos da planta (físicos, morfológicos ou químicos) que atuam no comportamento do inseto, favorecendo ou não a seleção e o desenvolvimento deste por um respectivo vegetal (Lara, 1991). Este conceito pode ser extrapolado para o uso de plantas inseticidas no controle de insetos, onde os metabólitos secundários produzidos por elas podem atuar no comportamento destes.

Nesta pesquisa, adotou-se o termo “Efeito dos óleos essenciais no comportamento dos insetos adultos”. Em uma avaliação de característica pontual, ou seja, uma única avaliação em um determinado período de tempo, o termo repelente ou deterrente não é adequado, já que o inseto pode ter sido repelido da planta pelos compostos químicos dos óleos essenciais pulverizados nela quando este entrou em contato com a superfície foliar tratada. Neste caso, o efeito seria do tipo estimulante locomotor e não repelente. O mesmo pode ser dito para oviposição em que a menor oviposição em um tratamento pode estar relacionada também com o estímulo supressante, inibindo a oviposição, diferente do efeito deterrente que impede a continuidade da mesma. Silva *et al.* (2012) sugerem que quatro mecanismos estão envolvidos na inibição da oviposição: efeito repelente, estimulante locomotor, efeito supressor e ou deterrente.

Os bioensaios foram realizados em sala climatizada ($T = 25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR = $65 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas), no interior de gaiolas plásticas transparentes, compostas por duas partes livres, sendo uma para sustentação de recipientes de vidro com água destilada, contendo folíolos de tomateiro e outra para confinamento dos insetos. A parte de sustentação foi feita em uma placa de isopor (12 x 5 x 2 cm), com dois orifícios laterais para encaixe de frascos de vidro (10 mL). Esta placa foi colada em uma base, também de isopor (19 x 19 x 1,5 cm), contendo outros dois orifícios laterais, sendo um recoberto com *voil* (aeração) e outro para liberação dos insetos que foram coletados por sugadores entomológicos feitos de frascos de vidro transparentes (9 x 2,5 cm). A segunda parte da gaiola (confinamento) foi composta por um recipiente plástico transparente (14 x 15 cm), com volume de 2,5 L.

Cada gaiola comportou dois folíolos de tomate, sendo um pulverizado (pulverizador manual) até o ponto de escorrimento (5 a 10 mL) de um dos tratamentos e outro com a testemunha (água destilada). Os óleos essenciais, na concentração de 0,5%, foram diluídos em água destilada misturada com Tween-20 (0,5%) (Yang *et al.*, 2010). Passados cinco minutos da aplicação, os folíolos foram acondicionados em frascos de vidro de 10 mL contendo água destilada (manutenção da turgescência) e encaixados na base da gaiola. Após a colocação dos folíolos e do recipiente de confinamento, a gaiola foi infestada a partir da base, com 20 casais de *B. tabaci* biótipo B (1 a 2 dias de idade) durante 24 horas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco repetições e 7 tratamentos (5 óleos

essenciais, tiametoxam na dose recomenda para a cultura (18 g/100 L de água) e água destilada acrescida de Tween-20 (0,5%). Cada gaiola foi considerada uma repetição.

2.5 Biensaio de fumigação sobre adultos e ninfas de *B. tabaci* biótipo B

Nestes ensaios, recipientes cilíndricos de plástico transparente (1,7 L) serviram como câmaras de fumigação. Para a avaliação do efeito fumigante sobre adultos de mosca-branca, folíolos sadios de tomate foram inseridos dentro de tubos de vidro (10 mL) com água destilada, que serviram como fonte de alimento aos insetos e posteriormente foram acondicionados no interior das câmaras.

Treze casais de adultos de mosca-branca com 1 ou 2 dias de idade foram liberados no interior das gaiolas. A superfície basal destas foi revestida por cartolina preta para facilitar a visualização dos insetos mortos pós volatilização dos tratamentos. Uma tira de papel filtro (3 x 3 cm), que serviu como suporte do tratamento a ser testado, foi fixada na parte superior da câmara de fumigação (Figura 1). Nessa tira foram aplicadas (micropipeta automática) quatro concentrações de cada óleo essencial (0,25, 0,50, 0,75 e 1,00 $\mu\text{L}/\text{L}$ de ar), além dos tratamentos água destilada, tiametoxam (18 g/100L de água) e Tween-20 (controles). Para cada concentração foram realizadas três repetições em que cada gaiola com 26 adultos de *B. tabaci* foi considerada uma repetição.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três repetições e 8 tratamentos. Os insetos ficaram expostos aos voláteis por 24 horas, sendo os períodos de observação dos insetos mortos feitos às 3, 6, 12 e 24 horas durante a fumigação.

Os mesmos recipientes, concentrações e a técnica de aplicação das concentrações dos tratamentos em tiras de papel filtro empregados no teste de fumigação sobre adultos de *B. tabaci* biótipo B foram também utilizados no experimento com ninfas. No entanto, o óleo essencial de *P. callosum* não foi usado, devido à escassez deste material. Para início do teste, folhas de tomateiro com três folíolos, que foram alocadas em recipientes de vidro contendo água destilada, cada um contendo trinta ninfas (N2) em uma área demarcada por *glitter*, foram acondicionadas dentro das câmaras de fumigação. Para a obtenção das ninfas necessárias ao ensaio, vasos de 2 L contendo plantas de tomate com 30 a 40 dias após a emergência (DAE) foram acondicionados no interior da gaiola de criação da mosca-branca por

24 horas. Após esse período, os adultos foram removidos das plantas e estas conduzidas ao laboratório para a verificação da oviposição sob microscópio-esteroscópio (aumento de 40 x). Quando os indivíduos atingiram o segundo ínstar ninfal (N2), demarcou-se uma área com 30 ninfas por folíolo. (Figura 2). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 7 tratamentos (4 óleos essenciais, tiametoxam (18 g/100 L de água), água destilada e Tween-20) e três repetições (três folíolos). O período de fumigação foi de 24 horas e as mortalidades determinadas com 24, 48 e 72 horas após a abertura das câmaras.

2.6 Análises estatísticas

Para estudar o efeito dos óleos essenciais no comportamento de *B. tabaci* biótipo B foram realizadas duas avaliações: índices de inibição dos adultos (II) e da oviposição, aplicando-se o índice de deterência de oviposição (ID) (adaptado de Lin et al., 1990), através da fórmula: II ou $ID = 2G / (G+P)$ onde G = número de insetos ou ovos presentes no folíolo teste e P = número de insetos ou ovos presentes na testemunha. Com base nos índices e nos desvios padrões obtidos, determinaram-se os intervalos de classificação (IC) para as médias dos tratamentos, pela fórmula: $IC = [(1 \pm t_{(n-1; \infty=0,05)}) \times (DP/n^{1/2})]$; onde t = valor do teste t de Student a 5% de probabilidade; DP = desvio padrão; n = número de repetições. Os tratamentos foram considerados neutros quando o valor de seus índices ficou compreendido dentro do IC calculado, inibidores quando os valores foram menores do que o IC calculado e estimulantes quando os valores foram maiores do que IC calculado (Silva *et al.*, 2012).

Quando necessário, os dados relacionados aos bioensaios de fumigação foram normalizados pela transformação $\arcsen(x/100)^{1/2}$ e posteriormente submetidos à análise de variância pelo Teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para a execução das análises foi empregado o software SASM - Agro - Sistema Para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas Versão 3.2.4. Para a obtenção dos valores das concentrações e tempos letais a (CL_{50} e TL_{50}) dos óleos, realizaram-se as análises de PROBIT- método de Finney, utilizando-se o software StatPlus 2009 Profissional 5.8.4 e estes apenas foram calculados para os tratamentos que demonstraram uma mortalidade superior a 50% nos indivíduos avaliados e que se ajustaram ao modelo de Probit (χ^2 não

significativo, $p > 0,05$). As razões de toxicidade (RT) foram obtidas através dos quocientes entre a CL_{50} do óleo essencial, que apresentou menor toxicidade, e as CL_{50} dos demais tratamentos.

3 Resultados

Após 24 horas da liberação dos adultos de *B. tabaci* biótipo B, o tratamento *P. callosum* foi o único classificado como inibidor com base em seu índice de inibição (0,45) e intervalo de classificação (IC). Do total de adultos de moscas-branca presentes na gaiola, 73% foram localizadas nos folíolos, das quais 73,40% preferiram os pulverizados com água, enquanto somente 26,60% foram contabilizados nos folíolos tratados com o respectivo óleo (Tabela 1).

Os valores calculados dos índices de deterrência sugerem que a presença dos óleos afetou a oviposição da mosca-branca (Tabela 2). Com base nos índices e respectivos intervalos de classificação, os óleos essenciais de *P. callosum* (0,28), *P. graveolens* (0,36), *M. alliacea* (0,44) e *P. neochilus* (0,53) inibiram a oviposição do inseto, quando comparados aos controles. Os demais tratamentos foram classificados como neutros. O maior efeito de inibição a oviposição foi constatado em *P. callosum*, que contabilizou apenas 7,83% do total de ovos depositados. O óleo essencial de *P. graveolens* apresentou eficiência semelhante, recebendo 8,30% dos ovos depositados (Tabela 2).

A mortalidade de adultos de *B. tabaci* biótipo B variou de acordo com a espécie botânica, concentração e períodos de exposição (Tabela 3). O óleo essencial de *M. alliacea*, em todas as concentrações e seus respectivos períodos de avaliação, foi o melhor tratamento no controle dos insetos, diferindo dos demais. Nas concentrações de 0,25 e 0,50 $\mu\text{L/L}$ de ar, houve mortalidade de 100% em 12 horas de fumigação, enquanto que para as maiores concentrações (0,75 e 1,00 $\mu\text{L/L}$ de ar) a mortalidade total foi obtida em apenas 6 horas. Na maior concentração, mais de 70% dos indivíduos morreram após 3 horas de exposição (Tabela 3). Os óleos essenciais de *P. graveolens* e *V. agnus-castus* diferiram dos tratamentos controle após 24 horas de fumigação na menor concentração utilizada. E a partir da concentração 0,50 $\mu\text{L/L}$ de ar estes dois tratamentos diferiram dos controles após 12 horas de exposição. No entanto, a percentagem de adultos mortos não foi superior a 59%. O óleo essencial de *P. neochilus* não foi eficaz no controle dos adultos do inseto (Tabela 3).

O óleo essencial de *M. alliacea* foi o único tratamento que atingiu tempo letal 50% (TL₅₀) na menor concentração utilizada (3,69 horas), diferindo dos demais tratamentos, segundo o intervalo de confiança. Com exceção de *P. graveolens*, a TL₅₀ para os demais óleos essenciais diminuiu com o aumento da concentração, com destaque para *M. alliacea*, cuja TL₅₀ foi de 1,98 horas em 1,00 µL/L de ar (Tabela 4).

A concentração letal 50% foi obtida apenas para os tratamentos *M. alliacea*, *P. graveolens* e *V. agnus-castus*. Os valores das CL₅₀ variam de 0,07 a 1,17 µL/L de ar para *M. alliacea* e *V. agnus-castus*, respectivamente. O período de fumigação necessário para que 50% dos insetos adultos estivessem mortos foi de 3 e 6 horas para *M. alliacea* e 24 horas para *P. graveolens* e *V. agnus-castus*. Esses resultados mostram que *M. alliacea* foi o tratamento mais tóxico quando comparado com os demais, sendo 16,71 vezes mais tóxico que *V. agnus-castus* (Tabela 5).

O efeito fumigante dos óleos essenciais sobre as ninfas de *B. tabaci* biótipo B foi constatado nas espécies *M. alliacea* e *P. graveolens*. A percentagem de ninfas mortas para estes dois tratamentos sempre se demonstrou maior que nos demais testados. Com exceção da avaliação feita na concentração 0,25 µL/L de ar, o qual nenhum tratamento ocasionou 50% de mortalidade sobre as ninfas de *B. tabaci* biótipo B, *M. alliacea* sempre diferiu dos tratamentos controle e também foi o único tratamento a alcançar esta porcentagem nas demais concentrações. Às 72 horas de exposição (0,50 µL/L de ar), a percentagem de indivíduos mortos por este óleo foi de 54,44% e nas duas maiores concentrações a mortalidade foi de 100%. O efeito fumigante de *M. alliacea* em 1,00 µL/L de ar já se mostrava promissor após 48 horas, com mais de 90% dos indivíduos mortos, fato não verificado neste mesmo período com as demais concentrações, cuja mortalidade não superou 20% (Tabela 6).

Os dados relacionados às CL₅₀ e TL₅₀ foram apresentados apenas para *M. alliacea*, uma vez que apenas este tratamento ocasionou mortalidade em pelo menos metade da população das ninfas avaliadas. A CL₅₀ foi de 0,41 µL/L de ar às 72 horas e a TL₅₀ na concentração 1,00 µL/L a foi igual a 30,02 horas. A CL₅₀ e TL₅₀ foram estimadas nesta concentração e período, uma vez que nas outras os dados não se ajustaram ao Probit ($p < 0,05$) (Tabela 7).

Os cromatogramas referentes à constituição química dos óleos avaliados revelaram diferentes grupos de componentes majoritários (Tabela 8). Em *M. alliacea* foram

identificados compostos organosulfurados. Em *P. graveolens* os principais componentes foram monoterpenos. Em *P. callosum* foram fenilpropeno e monoterpenos. Em *P. neochilus* foram identificados um sesquiterpeno e monoterpenos e em *V. agnus-castus* mono e sesquiterpenos.

4 Discussão

Alguns óleos derivados de petróleo e de plantas (incluindo óleos vegetais e óleos essenciais) possuem atividades inseticidas e repelentes contra muitas espécies de insetos, incluindo-se moscas-branca (Larew & Locke, 1990). Terpenos e fenilpropanoides voláteis sintetizados por espécies vegetais podem ter, dependendo do inseto em análise, propriedades que atuam em seu comportamento durante a seleção da planta hospedeira e também causam mortalidade (Kainulainen *et al.*, 1998). Tomando como exemplo o óleo essencial de *P. callosum*, mais de 20 compostos químicos estão presentes, sendo o fenilpropanoide safrol o constituinte majoritário (Maia *et al.*, 1987).

As atividades antialimentar e inibidora do crescimento a adultos e larvas de *Tribolium castaneum* Herbst e *Sitophilus zeamais* têm sido verificada em safrol e isosafrol (Yan *et al.*, 1999). Ngoh *et al.* (1998) avaliaram a atividade inseticida de diferentes compostos sobre *Periplaneta americana* (L.) e concluíram que algum destes apresentam bioatividade ao inseto como safrol e isosafrol que foram os compostos mais repelentes. Lima *et al.* (2009) concluíram que o constituinte majoritário do óleo essencial de *Piper hispidinervum* C. DC. foi o safrol (82%) e os bioensaios com esta planta demonstraram atividade inseticida sobre *Spodoptera frugiperda*, causando mortalidade e redução alimentar, sendo também observados sintomas de neurotoxicidade.

Não existem pesquisas sobre os efeitos de *P. callosum* sobre *B. tabaci* biótipo B, contudo, é possível que as atividades inseticida e insetistática verificadas com este óleo sejam resultantes da atuação do metabólito safrol (Tabela 1 e 2). Coutinho *et al.* (2011) relataram que o bom desempenho inseticida do óleo essencial de *P. hispidinervum* sobre *S. zeamais* seja decorrente de sua alta volatibilidade, bem com a presença de alilbenzeno safrol, como composto majoritário. A presença desta substância química pode ter influenciado o comportamento dos adultos de *B. tabaci* biótipo B, já que ela foi também o constituinte majoritário encontrado no óleo de *P. callosum* (Tabela 8). Segundo Isman (2006), a

volatilização de compostos indesejáveis é o modo de ação mais comum dos óleos essenciais, atuando diretamente como repelentes, ou mesmo indiretamente como compostos antialimentares (fagodeterrentes) ou tóxicos.

De acordo com os valores de inclinação das curvas de dose-resposta para os óleos essenciais testados em adultos de *B. tabaci* biótipo B, os maiores valores observados foram presenciados em *M. alliacea*, o que indica maior homogeneidade de resposta do inseto a esse produto. Valores altos de coeficiente angular sugerem que pequenas variações na concentração levariam a grandes variações na taxa de mortalidade, resultando numa resposta homogênea da população à substância. Por outro lado, valores baixos de inclinação, resultariam em pequenas variações na taxa de mortalidade, ou seja, a população responderia de forma heterogênea (Estrela *et al.*, 2003).

Estudos realizados com *M. alliacea* revelaram que essa planta contém substâncias como: alildinilfóxico, alcaloides, alina, alicina, dissulfeto de propilalio, estigmaterol, flavonas, pigmentos flavônicos, saponinas, sulfetos de dialila, dimetilo e divinilo, naftaquinonas citotóxicas e antraquinonas (Revilla, 2002). Esta espécie é empregada no tratamento de artrite, epilepsia e febre, na culinária e como repelente de insetos e morcegos e muitas destas atividades estão relacionadas aos seus compostos sulfurados e não sulfurados (Zoghbi *et al.*, 2009).

É sabido que o óleo de alho (*Allium sativum* L.) possui alguns constituintes organosulfurados termolábeis (Yu *et al.*, 1994). A aplicação tópica do óleo essencial de alho tem demonstrado atividade repelente. Trongtokit *et al.* (2005) descobriram que 100% do óleo de alho oferece 70 minutos de proteção a *Aedes aegypti* (L.). Campbell *et al.* (2011) testaram a hipótese de que *A. aegypti* responderiam eletrofisiologicamente e comportamentalmente a específicos constituintes do óleo essencial de alho. Dos 14 compostos descobertos estavam os metabólitos sulfurados (dissulfeto, trissulfeto e tetrassulfeto de dialila). As soluções de trissulfeto e tetrassulfeto aplicadas no homem proporcionaram proteção às fêmeas do mosquito. Estes mesmos metabólitos presentes no alho podem ser os responsáveis pelo efeito do óleo essencial de *M. alliacea* na sobrevivência e no comportamento de *B. tabaci* biótipo B, revelando-se o melhor tratamento nos experimentos de fumigação e inibindo também a oviposição de *B. tabaci* biótipo B. Os constituintes majoritários encontrados em seu óleo foram os compostos sulfurados trissulfeto, dissulfeto e tetrassulfeto de dialila (Tabela 8).

Yang *et al.* (2012) avaliaram a atividade fumigante e a influência do óleo essencial de *A. sativum* e seus dois maiores constituintes (dissulfeto e trissulfeto de dialila) no comportamento de *Sitotroga cerealella* Olivier e verificaram que os três tratamentos possuem significativo efeito fumigante, com valores de CL_{50} 1,33, 0,99 e 1,02 $\mu\text{L/L}$ de ar, respectivamente. Quando aplicados diretamente sobre grãos de arroz, provocam uma redução de 70% na oviposição na concentração de 1,5 $\mu\text{L/g}$ de arroz. A mortalidade dos insetos adultos e o menor número de ovos ovipositados aumentaram conforme a concentração, semelhante ao verificado no presente trabalho (Tabela 3 e 2). Os mesmos autores sugeriram que dissulfeto e trissulfeto de dialila são os componentes mais ativos em *A. sativum*, o que também pode ser considerado nesta pesquisa, uma vez que para *M. alliacea*, os compostos majoritários foram os mesmos.

Em geral, todas as concentrações de *M. alliacea* exerceram atividade ninficida e adulticida sobre *B. tabaci* biótipo B, porém é necessário escolher uma concentração mínima que desempenhe essa atividade em ambas as etapas de desenvolvimento, reduzindo, assim, gastos desnecessários na obtenção e preparo do material vegetal a ser utilizado como inseticida. Portanto, uma concentração próxima a 0,5 $\mu\text{L/L}$ de ar seria a ideal, considerando que a CL_{50} para ninfas após 72 horas de fumigação foi de 0,41 $\mu\text{L/L}$ de ar (Tabela 7) e para insetos adultos após 6 horas foi de 0,07 $\mu\text{L/L}$ de ar (Tabela 5), portanto a CL_{50} exigida para as ninfas no último período de avaliação é mais tóxica do que a calculada para os insetos adultos no segundo período de avaliação. Isso tende a diminuir a pressão de seleção deste material sobre o inseto. Segundo Hoy (1995), a resistência de insetos a inseticidas é um processo evolucionário e seu desenvolvimento é simplesmente uma questão de pressão de seleção e tempo. Entre as táticas utilizadas no manejo de resistência enumeradas por Roush e Daly (1990), está o decréscimo na dose de aplicação, utilizando uma que mata a maioria dos insetos, não eliminando todos os insetos suscetíveis.

Os resultados obtidos no presente trabalho sugerem que os óleos essenciais das espécies vegetais *P. callosum* e *M. alliacea* em agroecossistemas, que priorizam o cultivo de tomate, afetam o comportamento e desenvolvimento de *B. tabaci* biótipo B e são uma nova ferramenta no manejo integrado desta praga. Estudos subsequentes devem ser realizados com os compostos majoritários, objetivando melhor conhecer os metabólitos responsáveis pela atividade inseticida.

5 Agradecimentos

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

6 Referências

- Adans, R.P. 1995. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Illinois, 1-69.
- Aslan, I., Ösbek, H., Çalmasur, Ö., Sahin, F. (2004) Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Industrial Crops and Products*, 19, 167-173.
- Baldin, E.L.L., Souza, D.R., Souza, E.S., Beneduzzi, R.A. (2007) Use of plant extracts on whitefly control in tomato grown in greenhouse. *Horticultura Brasileira*, 25, 602-606.
- Baldin, E.L.L., Vendramim, J.D., Lourenção, A.L. (2005) Resistance of tomato genotypes to the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology*, 34, 435-441.
- Bezerra, F.C. (2003) Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido. Embrapa Agroindustrial Tropical, Fortaleza. p. 22.
- Campbell, C., Gries, R., Khaskin, G., Gries, G. (2011) Organosulphur constituents in garlic oil elicit antennal and behavioral responses from the yellow fever mosquito. *Journal Applied of Entomology*, 135, 374-381.
- Cohen, A.C., Chu, C.C., Henneberry, T.J., Freeman, T., Nelson, D., Buckner, J., Margosan, D., Vail, P., Aung, L.H. (1998) Feeding biology of the silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Chinese Journal of Entomology*, 18, 65-82.

- Coutinho, R.L.B.C., Oliveira, J.V., Junior, M.G.C.G., Câmara, C.A.G. (2011) Toxicity by fumigation, contact and ingestion of essential oils in *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY, 1885 (Coleoptera: curculionidae). *Ciência e Agrotecnologia*, 35, 172-178.
- Estrela, J.L.V., Guedes, R.N.C., Maltha, C.R.A., Fazolin, M. (2003) Toxicity of piperine amide analogs to larvae of *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical of Entomology*, 32, 343-346.
- Hoy, M.A. (1995) Multitactic resistance management: an approach that is long overdue. *Florida Entomologist*, 78, 443-451.
- Isman, M.B. (2006) Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45-66.
- James, R.R. (2003) Combining azadirachtin and *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) to control *Bemisia argentifolli* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 96, 25-30.
- Jones, D.R. (2003) Plant viruses transmitted by whiteflies. *European Journal of Plant Pathology*, 109, 195-219.
- Kainulainen, P., Tarhanen, J., Tiilikkala, K., Holopainen, J.K. (1998) Foliar and emission composition of essential oil in two carrot varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 3780-3784.
- Lara, F.M. (1991) Princípios de resistência de plantas aos insetos. Ícone, São Paulo. p. 336.
- Larew, H.G. and Locke, J.C. (1990) Repellency and toxicity of a horticultural oil against whiteflies on chrysanthemum. *HortScience*, 25, 1406-1407.

- Lima, R.K., Cardoso, M.G., Moraes, J.C., Melo, B.A., Rodrigues, V.G., Guimarães, P.L. (2009). Insecticidal activity of long-peper essential oil (*Piper hispidinervum* C. DC.) on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Amazonica*, 39, 377-382.
- Lin, H., Kogan and M., Fischer, D. (1990) Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisions of inducing factors. *Environmental Entomology*, 19, 1852-1857.
- Maia, J.G.S., Silva, M.L., LUZ, A.I.R., Zoghbi, M.G.B., Ramos, L.S. (1987) Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. *Química Nova*, 10, 200-204, 1987.
- Macedo, J.R., Cpache, C.L., Silva Melo, A., Bhering, S.B. (2005) Recomendações técnicas para a produção do tomate ecologicamente cultivado – TOMATEC. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. p. 10.
- Nuez, F., Picó, B., Iglesias, A., Esteva, J., Juarez, M. (1999) Genetics of melon yellows virus resistance derived from *Cucumis melo* spp. Agrestis. *European Journal of Plant Pathology*, 105, 453-464.
- Ngoh, S.P., Choo, L.E.W., Pang, F.Y., Yan, H., Kini, M.R., Ho, S.H. (1998) Insecticidal and repellent properties of nine volatile constituents of essential oils against the american cockroach, *Periplaneta Americana* (L.). *Pesticide Science*, 54, 261-268.
- Oliveira, M.S.S.; Roel, A.R.; Arruda, E.J.; Marques, A.S. 2007. Efficiency of extracts plants in control of fall armyworm in corn *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) – Brazil of Lavras Ciência e Agrotecnologia, 31: 326-331.
- Prabhaker, N., Toscano, N.C., Henneberry, T.J. (1998) Evaluation of insecticide rotation and mixtures as resistance management strategies for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 91, 820-826.

- Revilla, J. 2002. Apontamentos para a cosmética amazônica. Sebrae, Manaus, p. 522.
- Roush, R.T. and Daly, J.C. (1990) The role of population genetics in resistance research and management. Pesticide resistance in arthropods (eds. Roush, R.T. & Tabashnik), pp. 97-152. Chapman and Hall, New York.
- Silva, M.A., Bezerra-Silva, G.C., Vendramim, J.D., Mastrangela, T. (2012) Inhibition of oviposition by neem extract: a behavioral perspective for the control of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, 95, 332-336.
- Trongtokit, T.; Rongsriyam, Y.; Komalamisra, N.; Apiwathnasorn, C. (2005) Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytotherapy Research*, 19, 303-309.
- Van Den Dool, H and Krats, D.J. (1963) A generalization of the retention index system including line temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *Journal of Chromatography*, 11, 463-467.
- Villas Bôas, G.L.; França, F.H.; Ávila, A.C.; Bezerra, I.C. 1997. Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Embrapa, Brazil, p. 11.
- Villas Bôas, G.L., Melo, P.E., Branco, M.C., Giordano, L.B., Melo, W.F. (2007) Desenvolvimento de um modelo de produção integrada de tomate indústria-PITI. Manejo integrado de doenças e pragas (eds. Zambolim, L., Lopes, C.A., Picanço, M.C., Costa, H.). pp. 349-362. Hortaliças Viçosa, UFV.
- Zoghbi, M.G.B., Oliveira, J., Guilhon, G.M.S.P. (2009) The genus *Mansoa* (Bignoniaceae): a source of organosulfur compounds. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 19, 795-804.
- Yatagai, M. (1997) Mitical activities of tree terpenes. *Current topics in Phytochemistry*, 1, 85-97.

- Yang, N.W., Li, A.L., Wan, F.H., Liu, W.X., Johnson, D. (2010) Effects of plant essential oils on immature and adult sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B. *Crop Protection*, 29, 1200-1207.
- Yan, H., Shuit Hung, H., Manjunatha, K.R. (1999) Bioactivities of safrole and isosafrole on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*, 92, 676-683.
- Yang, F.L., Zhu, F., Lei, C.L. (2012) Insecticidal activities of garlic substances against adults of grain moth, *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Insect Science*, 19, 205-212.
- Yu, T.H., Wu, C.M., Rosen, R.T., Hartman T.G., Ho, C.T. (1994) Volatile compounds generated from thermal degradation of alliin in an aqueous solution. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42,146-153.

Tabela 1. Inibição causada por óleos essenciais e o inseticida tiametoxam sobre adultos de *B. tabaci* biótipo B em folíolos de tomateiro após 24 horas da pulverização (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).

Tratamentos	Adultos/folíolo	Π^{\dagger} (M ± EP)	IC [‡]	Classificação [§]
<i>V. agnus-castus</i>	18,00			
Controle	8,00	1,36 ± 0,19	(0,60; 1,40)	Neutro
<i>Piper callosum</i>	6,60			
Controle	22,60	0,45 ± 0,05	(0,89; 1,11)	inibidor
<i>M. alliacea</i>	9,80			
Controle	19,60	0,66 ± 0,16	(0,66; 1,34)	Neutro
<i>P. graveolens</i>	6,60			
Controle	25,00	0,47 ± 0,26	(0,45; 1,55)	Neutro
<i>P. neochilus</i>	11,40			
Controle	17,40	0,79 ± 0,10	(0,79; 1,21)	Neutro
Água + Tween 20	19,40			
Controle	12,80	1,17 ± 0,17	(0,64; 1,36)	Neutro
Tiametoxam	9,40			
Controle	23,20	0,61 ± 0,22	(0,54; 1,46)	Neutro

[†]Índice de inibição dos adultos; [‡]Intervalo de Classificação; [§]Classificação = Neutro: compreendendo dentro do Intervalo de classificação (ICi < II < ICs); Inibidor (II < ICi); Estimulante (II > ICs); ICi = intervalo de classificação limite inferior e ICs = intervalo de classificação limite superior.

Tabela 2. Inibição causada por óleos essenciais e o inseticida tiametoxam sobre a oviposição de *B. tabaci* biótipo B em folíolos de tomateiro após 24 horas da pulverização (T = 25°C ± 2; UR = 65 ± 10%; fotofase = 14h).

Tratamentos	Ovos/folíolo	ID [†] (M ± EP)	IC [‡]	Classificação [§]
<i>V. agnus-castus</i>	50,20	1,44 ± 0,24	(0,49; 1,51)	Neutro
Controle	16,00			
<i>Piper callosum</i>	6,00	0,28 ± 0,15	(0,68; 1,32)	Inibidor
Controle	70,60			
<i>M. alliacea</i>	11,40	0,44 ± 0,15	(0,67; 1,33)	Inibidor
Controle	54,60			
<i>P. graveolens</i>	7,40	0,36 ± 0,22	(0,54; 1,46)	Inibidor
Controle	81,40			
<i>P. neochilus</i>	19,20	0,53 ± 0,22	(0,54; 1,46)	Inibidor
Controle	49,80			
Água + Tween 20	52,00	1,27 ± 0,23	(0,51; 1,49)	Neutro
Controle	31,00			
Tiametoxam	28,20	0,82 ± 0,30	(0,36; 1,64)	neutro
Controle	47,60			

[†]Índice da deterrência de oviposição; [‡]Intervalo de Classificação; [§]Classificação = Neutro: compreendendo dentro do Intervalo de classificação (ICi < II < ICs); Inibidor (II < ICi); Estimulante (II > ICs); ICi = intervalo de classificação limite inferior e ICs = intervalo de classificação limite superior.

Tabela 3. Porcentagem média (\pm EP) da mortalidade de adultos de *B. tabaci* biótipo B obtidas após exposição a óleos essenciais em diferentes concentrações e períodos, durante teste de fumigação ($T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2$; UR = $65 \pm 10\%$; fotofase = 14h).[†]

C [‡]	Treatamento	3h	6h	12h	24h	C	3h	6h	12h	24h	
0,25 µL/L de ar	<i>M. alliiacea</i>	28,21 \pm 1,28 a	94,87 \pm 2,56 a	100,00 \pm 0,00 a	100,00 \pm 0,00 a		24,36 \pm 5,59 a	97,44 \pm 1,28 a	100,00 \pm 0,00 a	100,00 \pm 0,00 a	
	<i>P. graveolens</i>	2,56 \pm 2,56 b	7,69 \pm 2,22 b	23,08 \pm 8,01 b	41,03 \pm 9,25 b		2,56 \pm 2,56 b	7,69 \pm 4,44 b	34,62 \pm 8,01 b	50,00 \pm 11,10 b	
	<i>V. agnus-castus</i>	1,28 \pm 1,28 b	11,54 \pm 6,66 b	21,79 \pm 1,28 b	38,46 \pm 5,88 b		5,13 \pm 2,56 ab	6,41 \pm 3,39 b	24,36 \pm 7,80 b	47,44 \pm 10,01 b	
	<i>P. callosum</i>	1,28 \pm 1,28 b	11,54 \pm 0,00 b	16,67 \pm 3,39 bc	26,92 \pm 5,88 bc		1,28 \pm 1,28 b	5,13 \pm 2,56 b	14,10 \pm 3,39 bc	34,62 \pm 8,88 bc	
	<i>P. neochilus</i>	1,28 \pm 1,28 b	1,28 \pm 1,28 b	5,13 \pm 1,28 bc	7,69 \pm 3,85 cd		5,13 \pm 1,28 ab	5,13 \pm 1,28 b	8,97 \pm 2,56 bc	15,38 \pm 2,22 bc	
	Tiametoxam	2,56 \pm 2,56 b	2,56 \pm 2,56 b	3,85 \pm 3,85 c	7,69 \pm 3,85 cd		1,28 \pm 1,28 b	1,28 \pm 1,28 b	1,28 \pm 1,28 c	6,41 \pm 1,28 c	
	Tween	2,56 \pm 1,28 b	2,56 \pm 1,28 b	2,56 \pm 1,28 c	6,41 \pm 1,28 cd		2,56 \pm 1,28 b	2,56 \pm 1,28 b	2,56 \pm 1,28 c	7,69 \pm 2,22 c	
	Água	1,28 \pm 1,28 b	1,28 \pm 1,28 b	3,85 \pm 2,22 bc	5,13 \pm 2,56 d		3,85 \pm 2,22 ab	3,85 \pm 2,22 b	3,85 \pm 3,85 c	8,97 \pm 5,59 c	
	F	5,87**	28,38**	50,13**	44,93**		3,98*	29,59**	44,12**	29,64**	
	CV (%)	85,17	43,19	26,09	21,23		70,16	43,43	27,68	22,82	
	0,75 µL/L de ar	<i>M. alliiacea</i>	39,74 \pm 10,26 a	100,00 \pm 0,00 a	100,00 \pm 0,00 a	100,00 \pm 0,00 a		74,36 \pm 2,56 a	100,00 \pm 0,00 a	100,00 \pm 0,00 a	100,00 \pm 0,00 a
		<i>P. graveolens</i>	1,28 \pm 1,28 b	12,82 \pm 4,62 bc	30,77 \pm 8,01 b	58,97 \pm 8,97 b		7,69 \pm 2,22 b	26,92 \pm 5,88 b	37,18 \pm 12,23 b	56,41 \pm 5,13 b
<i>V. agnus-castus</i>		7,69 \pm 4,44 b	20,51 \pm 3,39 b	33,33 \pm 6,41 b	41,03 \pm 8,97 bc		0,00 \pm 0,00 b	12,82 \pm 1,28 bc	38,46 \pm 4,44 b	51,28 \pm 2,56 b	
<i>P. callosum</i>		2,56 \pm 2,56 b	6,41 \pm 3,39bcd	17,95 \pm 2,56 bc	24,36 \pm 5,59 cd		2,56 \pm 1,28 b	21,79 \pm 3,39 b	26,92 \pm 2,22 b	30,77 \pm 2,22 c	
<i>P. neochilus</i>		6,41 \pm 1,28 b	6,41 \pm 1,28bcd	7,69 \pm 0,00 cd	15,38 \pm 3,85 cd		6,41 \pm 1,28 b	8,97 \pm 1,28 bcd	12,82 \pm 1,28 bc	20,51 \pm 2,56 cd	
Tiametoxam		0,00 \pm 0,00 b	0,00 \pm 0,00 d	1,28 \pm 1,28 d	6,41 \pm 2,56 d		1,28 \pm 1,28 b	2,56 \pm 2,56 cd	5,13 \pm 2,56 c	12,82 \pm 5,13 d	
Tween		1,28 \pm 1,28 b	2,56 \pm 2,56 cd	2,56 \pm 2,56 d	7,69 \pm 2,22 d		1,28 \pm 1,28 b	1,28 \pm 1,28 d	1,28 \pm 1,28 c	7,69 \pm 2,22 d	
Água		1,28 \pm 1,28 b	1,28 \pm 1,28 cd	3,85 \pm 0,00 cd	5,13 \pm 1,28 d		2,56 \pm 2,56 b	2,56 \pm 2,56 cd	3,85 \pm 2,22 c	7,69 \pm 2,22 d	
F		7,73**	62,10**	70,13**	55,64**		35,94**	67,41**	47,03**	106,69**	
CV (%)		74,93	29,58	21,00	17,62		40,42	23,62	23,04	11,23	

[†]Para análise estatística os dados foram transformados em arcosen ($\times 100$)^{1/2}. Médias seguidas da mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$);

[‡]Concentração utilizada.

Tabela 4. Tempo letal 50% de óleos essenciais sobre adultos de *B. tabaci* biótipo B.

Concentração ($\mu\text{L/L}$ de ar)	Tratamentos	TL ₅₀ (horas)	Inclinação \pm EP	IC	χ^2	p-nível
0,25	<i>M. alliacea</i>	3,69	6,81 \pm 1,46	(3,14; 4,29)	0,0047	0,99
0,50	<i>P. graveolens</i>	21,18	2,55 \pm 0,58	(15,81; 36,08)	0,8512	0,65
	<i>M. alliacea</i>	3,68	8,32 \pm 1,75	(3,21; 4,24)	0,0048	0,99
0,75	<i>P. graveolens</i>	19,33	2,64 \pm 0,56	(14,72; 30,50)	0,2962	0,86
	<i>M. alliacea</i>	3,28	6,94 \pm 1,27	(2,74; 3,74)	0,0265	0,99
1,00	<i>P. graveolens</i>	20,40	2,34 \pm 0,52	(15,02; 35,67)	1,1903	0,55
	<i>V. agnus-castus</i>	20,18	1,51 \pm 0,42	(13,11; 56,77)	0,6193	0,73
	<i>M. alliacea</i>	1,98	3,48 \pm 0,87	(0,76; 2,92)	0,0424	0,98

EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança 95%; χ^2 = qui-quadrado.

Tabela 5. Concentração letal 50% de óleos essenciais sobre adultos de *B. tabaci* biótipo B em diferentes períodos.

Tempo (Horas)	Tratamentos	CL ₅₀ ($\mu\text{L/L}$ de ar)	Inclinação \pm EP	IC	RT ₅₀	χ^2	p-nível
3	<i>M. alliacea</i>	0,77	1,81 \pm 1,00	(0,18; 3,43)	1,52	3,8357	0,15
6	<i>M. alliacea</i>	0,07	2,34 \pm 1,35	(0,01; 0,48)	16,71	0,0137	0,99
24	<i>P. graveolens</i>	0,61	0,62 \pm 0,55	(0,24; 1,52)	1,92	0,3326	0,85
24	<i>V. agnus-castus</i>	1,17	0,45 \pm 0,55	(0,14; 10,01)	--	0,5472	0,76

EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança 95%; Razão de toxicidade; χ^2 = qui-quadrado.

Tabela 6. Porcentagem média (\pm EP) da mortalidade de ninfas de *B. tabaci* biótipo B obtidas após exposição a óleos essenciais em diferentes concentrações e períodos, durante teste de fumigação ($T = 25^{\circ}\text{C} \pm 2$; UR = $65 \pm 10\%$; fotofase = 14h).[†]

C	Tratamento	24h	48h	72h	C	24h	48h	72h
0,25 $\mu\text{L/L}$ de ar	<i>M. alliacea</i>	3,33 \pm 1,92 a	7,78 \pm 2,22 a	17,78 \pm 1,11 ab		11,11 \pm 1,11a	20,00 \pm 1,92 a	54,44 \pm 5,56 a
	<i>P. graveolens</i>	6,67 \pm 3,85 a	12,22 \pm 7,78 a	22,22 \pm 6,19 a		5,56 \pm 1,11 ab	6,67 \pm 5,09 ab	34,44 \pm 8,01 ab
	<i>P. neochilus</i>	1,11 \pm 1,11 a	6,67 \pm 1,92 a	6,67 \pm 1,92 abc		0,00 \pm 0,00 c	0,00 \pm 0,00 b	5,56 \pm 2,94 c
	<i>V. agnus-castus</i>	4,44 \pm 2,22 a	4,44 \pm 2,22 a	6,67 \pm 1,92 abc		2,22 \pm 1,11 bc	4,44 \pm 1,11 ab	6,67 \pm 1,92 bc
	Água	1,11 \pm 1,11 a	1,11 \pm 1,11 a	4,44 \pm 2,22 bc		0,00 \pm 0,00 c	0,00 \pm 0,00 b	2,22 \pm 1,11 c
	Tiametoxam	1,11 \pm 1,11 a	6,67 \pm 1,92 a	6,67 \pm 1,92 abc		1,11 \pm 1,11 bc	5,56 \pm 2,94 ab	6,67 \pm 3,33 c
	Tween	0,00 \pm 0,00 a	0,00 \pm 0,00 a	1,11 \pm 1,11 c		1,11 \pm 1,11 bc	3,33 \pm 1,92 ab	3,33 \pm 1,92 c
	F	1,09 ^{ns}	2,21 ^{ns}	6,40 ^{**}		9,27 ^{**}	5,39 ^{**}	12,24 ^{**}
	CV (%)	122,94	71,23	36,09		61,79	67,21	39,69
	0,75 $\mu\text{L/L}$ de ar	<i>M. alliacea</i>	10,00 \pm 1,92 a	20,00 \pm 3,85 a	100,00 \pm 0,00 a		25,56 \pm 2,94 a	94,44 \pm 2,94 a
<i>P. graveolens</i>		5,56 \pm 2,22 ab	12,22 \pm 4,01 ab	17,78 \pm 8,01 b		6,67 \pm 1,92 b	26,67 \pm 11,21 b	44,44 \pm 11,28 b
<i>P. neochilus</i>		3,33 \pm 1,92 abc	7,78 \pm 1,11 ab	7,78 \pm 2,22 b		2,22 \pm 1,11 bc	2,22 \pm 1,11 c	12,22 \pm 4,84 c
<i>V. agnus-castus</i>		0,00 \pm 0,00 c	6,67 \pm 1,92 ab	8,89 \pm 1,11 b		4,44 \pm 1,11 b	5,56 \pm 2,22 bc	5,56 \pm 2,22 c
Água		0,00 \pm 0,00 c	4,44 \pm 1,11 ab	5,56 \pm 2,22 b		0,00 \pm 0,00 c	3,33 \pm 0,00 c	3,33 \pm 0,00 c
Tiametoxam		0,00 \pm 0,00 bc	3,33 \pm 3,33 b	4,44 \pm 2,94 b		0,00 \pm 0,00 c	0,00 \pm 0,00 c	2,22 \pm 1,11 c
Tween		1,11 \pm 1,11 c	2,22 \pm 2,22 b	3,33 \pm 1,92 b		0,00 \pm 0,00 c	0,00 \pm 0,00 c	1,11 \pm 1,11 c
F		8,86 ^{**}	4,35 [*]	58,94 ^{**}		36,65 ^{**}	51,05 ^{**}	67,65 ^{**}
CV (%)		68,73	43,63	25,62		34,81	33,90	24,41

[†]Para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen(\sqrt{x/100})^{1/2}$. Médias seguidas da mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 7. Atividade inseticida de *M. alliacea* sobre ninfas de *B. tabaci* biótipo B.

Concentração ($\mu\text{L/L}$ de ar)	TL ₅₀ (horas)	Inclinação \pm EP	IC	χ^2	p-nível
1,00	30,02	7,56 \pm 1,31	(26,25; 34,09)	0,0026	0,95
Tempo (Horas)	CL ₅₀ ($\mu\text{L/L}$ de ar)	Inclinação \pm EP	IC	χ^2	p-nível
72	0,41	5,78 \pm 1,59	(0,24; 0,70)	2,1134	0,35

EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança 95%; χ^2 = qui-quadrado

Tabela 8. Componentes majoritários presentes nos óleos essenciais testados sobre *B. tabaci* biótipo B.

Espécie botânica	Componentes majoritários (%)
<i>M. alliacea</i>	Trissulfeto de dialila (66,85), dissulfeto de dialila (23,29) e tetrassulfeto de dialila (5,32)
<i>P. callosum</i>	Safrol (29,32), α -pineno (19,23), β -pineno (14,31) e Metileugenol (6,51)
<i>P. graveolens</i>	Geraniol (41,57), linalol (15,57), citrionelol (14,89) e mentona (7,49)
<i>P. neochilus</i>	β -cariofileno (28,23), α -pineno (12,63), α -tujeno (12,22) e β -pineno (6,19)
<i>V. agnus-castus</i>	1,8-cineol (21,56), Sabineno (13,01), (<i>E</i>)-cariofileno (6,38) e (<i>E</i>)- β -farneseno

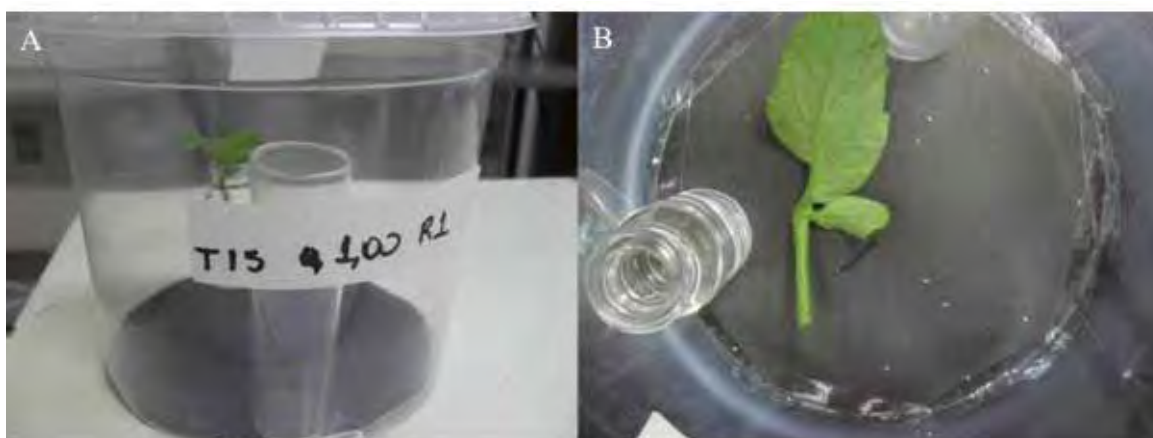


Figura 1 (A) Gaiola utilizada no teste de fumigação sobre insetos adultos de *B. tabaci* biótipo B. (B) Insetos adultos mortos visualizados na cartolina preta após volatilização do tratamento.

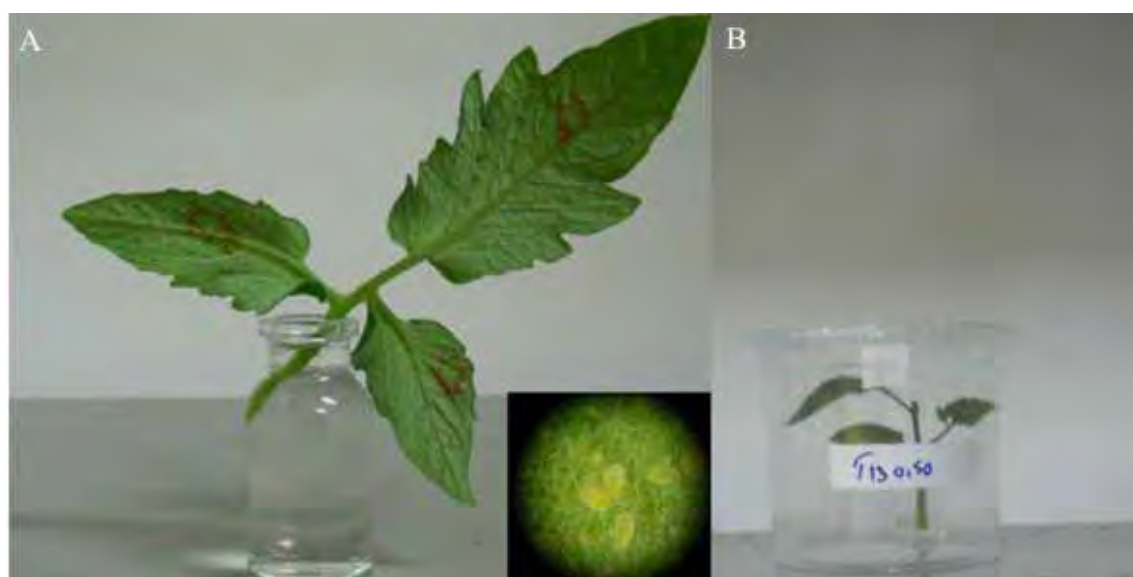


Figura 2 (A) Folha de tomateiro com três folíolos inserida em recipiente de vidro (10 mL) com água destilada, cada um contendo 30 ninfas (N2) em uma área demarcada por *glitter*. (B) Gaiola utilizada no teste de fumigação sobre ninfas de *B. tabaci* biótipo B.

6 CONCLUSÕES

- Entre os extratos testados:

- O extrato aquoso à base de folhas de *T. ciliata* é o mais eficiente quanto ao comportamento dos insetos adultos de *B. tabaci* biótipo B, diminuindo o número de insetos e ovos em folíolos de tomateiro;

- O extrato aquoso de *P. aduncum* apresenta o maior efeito ovicida;

- O extrato aquoso de *T. pallida* provoca a maior mortalidade de ninfas e adultos do inseto.

- Entre os óleos essenciais avaliados:

- O óleo essencial de *P. callosum* é o mais eficiente na inibição de infestação e oviposição da mosca-branca e seu componente majoritário é o safrol (29,32%);

- O óleo essencial de *M. alliacea* é o mais eficaz em teste de fumigação com ninfas e adultos de *B. tabaci* biótipo B e seu componente majoritário é o trissulfeto de dialila (66,85%).

7 REFERÊNCIAS

- ABOU-FAKH, H. E.; NEMER, N. M.; HAWI, Z. K.; HANNA, L. T. Response of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, to the chinaberry tree (*Melia azedarach* L.) and its extracts. **Annals of Applied Biology**, Oxford, v. 137, n. 2, p. 79-88, 2000.
- AGRIANUAL. Tomate. In: **Agrianual 2011**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2011.
- ALENCAR, J. A. A.; BLEICHER, E.; HAJI, F. N. P.; SILVA, P. H. S.; BARBOSA, F. R.; CARNEIRO, J. S.; ARAÚJO, L. H. A. Métodos gerais de controle da mosca-branca. In: HAJI, F.N.P.; BLEICHER, E. (Eds). **Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. p. 43-49.
- AL-MAZRA'AWI, M. S.; ATEYYAT, M. Insecticidal and repellent activities of medicinal plants extracts against the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) and its parasitoid *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae). **Journal of Pest Science**, v. 82, n. 2, p. 149-154, 2009.
- ALONSO, R. S. **Levantamento e análise de fatores climáticos sobre os níveis populacionais de moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura da mandioca no Estado do Rio de Janeiro**. 2009. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências/Fitossanidade e Biotecnologia aplicada)–Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- ARAÚJO, E. C. C.; SILVEIRA, E. R.; LIMA, M. A. S.; NETO, M. A.; ANDRADE, I. L.; LIMA, M. A. A.; SANTIAGO, G. M. P.; MESQUITA, A. L. M. Insecticidal activity and chemical composition of volatile oils from *Hyptis martiusii* Benth. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 51, n. 13, p. 3760-3762, 2003.

- ARRINGTON-BLANK, M. F.; ALMEIDA, S. A.; OLIVEIRA, A. C. L.; BLANK, A. F. Micropropagação e aclimatização do gerânio *Pelargonium graveolens* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 271-275, 2011.
- ASLAN, I.; ÖSBEK, H.; ÇALMASUR, Ö.; SAHIN, F. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 19, n. 2, p. 167-173, 2004.
- ATEYYAT, M. A.; AL-MAZRA'AWI, M. S.; ABU-RJAI, T.; SHATNAWI, M. A. Aqueous extracts of some medicinal plants are toxic as Imidacloprid to the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. **Journal of Insect Science**, Ludhiana, v. 9, n. 15, p. 1-6, 2009.
- AZAM, S.; BASHIR, S.; AHMAD, B. Anti-spasmodic action of crude methanolic extract of the aerial parts of *Vitex agnus castus*. **Journal of Medicinal Plants Research**, Victoria Island, v. 6, n. 3, p. 461-464, 2012.
- BALDIN, E. L. L.; FUJIHARA, R. T. Ordem Hemiptera. In: FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C.; BALDIN, E. L. L. (Eds). **Insetos de Importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. Botucatu: Editora FEPAF, 2011, p. 133-176.
- BALDIN, E. L. L.; SCHLICK-SOUZA, E. C.; FUJIHARA, R. T.; LOURENÇÃO, A. L.; GONZÁLES, G. Ocorrência de *Delphastus davidsoni* (Coleoptera: Coccinellidae) predando *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivi protegido no Brasil. **Boletín de Sanidad Vegetal**, Casilla, v. 37, n. 1, p. 27-30, 2011.
- BALDIN, E. L. L.; SOUZA, D. R.; SOUZA, E. S.; BENEDEZZI, R. A. Controle de mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 602-606, 2007b.
- BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. Interaction between resistant tomato genotypes and plant extracts on *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 5, p. 476-481, 2007a.
- BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, n. 3, v. 34, p. 435-441, 2005.
- BELLOWS, Jr., T.S.; PERRING, T. M.; GILL, R. J.; HEADRICK, D. H. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). **Annals of Entomological Society of America**, Lanham, v. 87, n. 2, p.195- 206, 1994.
- BANDEIRA, J. M.; BARBOSA, F. F.; BARBOSA, L. M. P.; RODRIGUES, I. C. S.; BACARIM, M. A.; PETERS, J. A.; BRAGA, E. J. B. Composição do óleo essencial de quatro espécies do gênero *Plectrathus*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 2, p 157-164, 2011.

BARBOSA, F. S.; LEITE, G. L. D.; ALVES, S. M.; NASCIMENTO, A. F.; D'ÁVILA, V. A.; COSTA, C. A. Insecticide effects of *Rutta graveolens*, *Copaifera langsdorffii* and *Chenopodium ambrosioides* against pests and natural enemies in commercial tomato plantation. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 37-43, 2011.

BARTH, O. M.; JUSTO, R. L.; BARROS, M. A. Catálogo sistemático das plantas arbóreas do Brasil meridional. XXX: Meliaceae. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 3, p. 497-509, 2009.

BEZERRA, G. C. D. **Efeito de extratos brutos e frações de meliáceas (Rutales: Meliaceae) na sobrevivência e no comportamento de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro.** 2009. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências/Entomologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

BEZERRA-SILVA, G. C. D.; VENDRAMIM, J. D.; SILVA, M. A.; DIAS, C. T. S. Efeito de extratos orgânicos de meliaceae sobre *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 3, p. 477-485, 2010.

BINK-MOENEN, R. M.; MOUND, L. A. Whiteflies: diversity, biosystematics and evolutionary patterns. In: GERLING, D. (Ed). **Whiteflies: their bionomics, pests status and management.** Winbone: Intercept, 1990, chap. 1, p. 1-12.

BOGORNI, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia* spp. Sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 665-669, 2003.

BOGORNI, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Efeito subletal de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 311-317, 2005.

BORROR, D. J., DeLONG, D. M. **Estudo dos insetos.** 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011, 809 p.

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

BOWERS, W. S. Biorational approaches for insect control. **Korean Journal of Applied Entomology**, Suwon, v. 31, n. 3, p. 289-303, 1992.

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

CAMPANHOLA, C. **Resistência de insetos a inseticidas:** importância, características e manejo. Jaguariúna: EMBRAPA, CNPDA, 1990. 45 p.

CASTRO, D. P.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; SANTOS, N. M.; BALIZA, D. P. Não-preferência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) por óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L.. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 27-32, 2006.

CAVALCANTE, G. M. MOREIRA. A. F. B.; VASCONCELOS, S. D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 1, p. 9-14, 2006.

COSTA, A. S.; COSTA, C. L.; SAUER, H. F. Surto de mosca-branca em culturas do Paraná e São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v.2, n.1, p. 20-30, 1973.

COSTA, M. V. L.; TAVARES, E. S. Anatomia foliar de *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) – erva-de-Santa-Maria. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 63-71, 2006.

CRAVEIRO, A. A.; MACHADO, M. I. L. De insetos, aromas e plantas. **Química Nova**, São Paulo, v. 4, n. 23, p. 54-63, 1986.

CORREA, R. S. GALVÃO, R. D.; SILVA, N. M.; CHAAR, J. S. Efeito tóxico de *Mansoa aliacea* Lam. (Bignoniaceae) sobre *Toxoptera citricida* Kirkaldi (Sternorrhyncha: Aphididae). **Congresso Brasileiro de Toxicologia**, Belo Horizonte. 2012. Disponível em:<<http://www.entomologia.ufam.edu.br/Resumos/Resumo%20Raquel.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2012.

DUARTE, N. R.; LOPES, J. F. Stem and leaf anatomy of *Plectranthus neochilus* Schltr., Lamiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 17, n. 4, p. 549-556, 2007.

EICHELKRAUT, K.; CARDONA, C. Biología, cría massal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), como plaga del frijol común. **Turrialba**, San Jose, v. 39, n. 1, p.51-55, 1989.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Atividade inseticida do óleo essencial *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr) Bur. & K. Shum sobre *Sitophilus zeamais* Motsh (Coleoptera: Curculionidae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 4, p. 599-604, 2007.

FERNANDES, W. D.; FERRAZ, J. M. G.; FERRACINI, V. L.; HABIB, M. E. M. Deterrência alimentar e toxicidade de extratos vegetais em adultos de *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 3, p. 553-556, 1996.

FERREIRA, M. G. R.; GONÇALVES, E. P. **Tipos de estacas e crescimento de cipó-alho (*Mansoa alliacea*) (Lam.) A. Gentry**. Porto Velho: Embrapa Rodovia, 2007. 2 p. (Circular Técnica, 98).

FONSECA, E. N.; FIGER, A.; FURTADO, D. T.; LOPES, D.; ALVINO, D. S.; ALVINO, C. S.; LEITÃO, S. G. Análise química e atividade antimicrobiana do óleo essencial dos frutos de *Vitex cymosa* Bertero. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 87-91, 2006.

FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS, G. L.; BRANCO, M. C. Ocorrência de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) no Distrito Federal. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p. 369-372. 1996.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GENDEREN, M. H. P.; LECLERCQ, P. A.; DELGADO, H. S.; KANJILAL, P. B.; SINGH, R. S. Compositional of analysis of the leaf oils of the *Piper callosum* Ruiz & Pav. From Peru and *Michelia Montana* Blume from India. **Spectroscopy**, Woodland Hills, v. 14, n. 2, p. 51-59, 1999.

GENTRY, A. H.; 1980. Bignoniaceae: I (*Crescentieae* and *Taurrettieae*). **Flora Neotropica Monograph**, New York, n. 25, p. 1-130, 1980.

GERLING, D.; ALOMAR, O.; ARNÓ, J. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. **Crop Protection**, Oxford, v. 20, n. 9, p.779-799, 2001.

GNOATTO, S. C. B. BASSANI, V. L.; COELHO, G. C.; SCHENKEL, E. P. Influência do método de extração nos teores de metilxantinas em erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. ST.-HIL., AQUIFOLIACEAE). **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 304-307, 2007.

GONÇALVES-GERVASIO, R. C. R.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade do extrato aquoso de sementes de nim sobre *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em três forma de aplicação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 31, n. 1, p. 28-34, 2007.

HAJI, F. N. P.; MATTOS, M, A. A.; ALENCAR, J. A.; PARANHOS, B. J. **Manejo da Mosca-Branca na Cultura do Tomate**. Petrolina: Embrapa Semi Árido, 2005. 16 p. (Circular técnica, 81).

HAJI, F.N.P.; MATTOS, M. A. A.; FERREIRA, R. C. F. Introdução, origem, distribuição geográfica e classificação sistemática. In: HAJI, F.N.P.; BLEICHER, E. (Eds). **Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. p. 15-20.

HAJLAOUI, H.; TRABELSI, N.; NOUMI, E.; SNOUSSI, M.; FALLAH, H.; KSOURI, R.; BAKHROUF, A. Biological activities of the essential oils and methanol extract of tow cultivated mite species (*Mentha longifolia* and *Mentha pulegium*)used in the Tunisian folkloric medicine. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Dordrecht, v. 25, n. 12, p. 2227-2238, 2009.

HERNÁNDEZ, M. M.; HERASO, C.; VILLARREAL, M. L.; VARGAS-ARISPURO, I.; ARANDA, E. Biological activities of crud plant extracts from *Vitex trifolia* L. (Verbenaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v. 67, n. 1, p. 37-44, 1999.

ISMAN, M. B. Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. **Phitoparasitica**, Rehovot, v. 25, n. 4, p. 339-344, 1997.

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

ISMAN, M. B.; WAN, A. J.; PASSREITER, C. M. Insecticidal activity of essential oils to the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*. **Fitoterapia**, Amsterdam, v. 72, n. 1, p. 65-68, 2001.

JONES, D.R. Plant viruses transmitted by whiteflies. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 109, n. 3, p. 195-219, 2003.

KABERA, J.; GASOGO, A.; UWAMARIYA, A.; UGIRINSHUTI, V.; NYETERA, P. Insecticidal effects of essential oil of *Pelargonium graveolens* and *Cymbopogon citratus* on *Sitophilus zeamais* (Motsch.). **African Journal of Food Science**, Lagos Nigéria, v. 5, n. 6, p. 366-375, 2011.

KNNAK, N.; FIUZA, L. D. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 5, n. 2, p. 120-132, 2010.

KRUPPA, P. C.; RUSSOMANNO, M. R. Ocorrência de fungos em sementes de plantas medicinais, aromáticas e condimentares da família Lamiaceae. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 33, n. 1, p. 72-75, 2008.

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

LAGUNES, T. A.; RODRÍGUEZ, H. C. **Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado em condiciones rústicas**. Chapingo: CONACYT – CP, 1989. 150 p. (Informe Final del Proyecto CONACYT/AI/NAL/85/3149).

LAI, F.; WISSING, S. A.; MÜLLER, R. H.; FADDA, A. M. *Artemisia arborescens* L essential oil-loaded solid lipid nanoparticles for potential agriculture application: preparation and characterization. **APPS Pharmscitech**, New York, v. 7, n. 1, 2006.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; MELO, B. A.; RODRIGUES, V. G.; GUIMARÃES, P. L. Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E.

- Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n. 2, p. 377-382, 2009.
- LIMA, A. C. S.; LARA, F. M. **Mosca-branca (B. tabaci): morfologia, bioecologia e controle**. Jaboticabal: UNESP, 2001. 76 p.
- LIS-BALCHIN, M.; DEANS, S. G. Antimicrobial effects of hydrophilic extracts os *Pelargonium* species (Geraniaceae). **Letters in Applied Microbiology**, San Francisco, v. 23, n. 4, p. 205-207, 1996.
- LORENZO, D.; PAZ, D.; DELLACASSA, E.; DAVIES, P.; VILA, R.; CANIGUERAL, S. Essential oil of *Mentha pulegium* and *Mentharotundifolia* from Uruguay. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 4, 2002.
- LOURENÇÃO, A. L. Situação atual da mosca-branca no Brasil – medidas de controle. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 153-155, 2002.
- LOURENÇÃO, A. L.; VENDRAMIM, J. D.; FUGI, C. G. Q.; VALE, G. E. Resistência de plantas de importância econômica à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B. In: BALDIN, E. L. L. et al. (Orgs.). **Avanços em Fitossanidade**. Botucatu: UNESP/FEPAF, 2011. p. 33-54.
- LOURENÇÃO, A. L.; MIRANDA, M. A. C.; ALVES, S. B. Ocorrência epizootica de *Verticillium lecanii* em *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado do Maranhão. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n.1, p.183-185, 2001.
- LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n.1, p. 53-59, 1994.
- LOURENÇÃO, A. L.; YUKI, V. A.; ALVES, S. B. Epizootia de *Aschersonia* cf. *goldiana* em *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) biótipo B no Estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 343-345, 1999.
- LUTOSA, F. L. F.; OLIVEIRA, S. C. C.; ROMIERO, L. A. Efeito alelopático de extratos aquosos *Piper aduncum* L. e *Piper tectoniifolium* Kunth na germinação e crescimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 849-851, 2007.
- MACHADO, L. A.; SILVA, V. B.; OLIVEIRA, M. M. Uso de extratos vegetais em controle de pragas em horticultura. **Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 103-106, 2007.
- MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA, V. E.; GRYNBERG, N. F.; ECHEVARRIA, A. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002.
- MAIA, M. F.; MOORE, Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing. **Malaria Journal**, London, v. 10, (suppl. 1), 2011.

MAIA, J. G. S.; SILVA, M. L.; LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; RAMOS, L. S. Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. **Química Nova**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 200-204, 1987.

MAIA, A. C. C. M.; SOARES, F. C. C.; JUNIOR, H. B. M.; BAPTISTA, E. R. *Vitex agnus castus* L: um estudo etnobotânico e etnofarmacológico. **Revista Virtual de Iniciação Acadêmica da UFPA**, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2001.

MAIA, J. G. S.; ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; SANTOS, A. S.; SILVA, M. H. L.; LUZ, A. I. R.; BASTOS, C. N. Constituents of the essential oil of *Piper aduncum* L. growing wild in the Amazon region. **Flavour and Fragrance Journal**, West Sussex, v. 13, n. 4, p. 269-272, 1998.

MALUNPHY, C. **Protocol for the diagnosis of quarantine organism *Bemisia tabaci* (Gennadius)**. 2010. Disponível em: <<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/protocols/ECBemisiaatabaci.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2010.

MARTIN, J. H. Giant whiteflies (Sternorrhyncha, Aleyrodidae): a discussion of their taxonomic and evolutionary significance, with the description of a new species of *Udamoselis* Enderlein from Ecuador. **Tijdschrift Voor Entomologie**, Amsterdam, v. 150, n. 1 p. 13–29, 2007.

MARTINS, A. S.; ALVES, C. N.; LAMEIRA, O. A.; SANTOS, A. S.; MÜLLER, R. C. S. Avaliação de minerais em plantas medicinais amazônicas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 621-625, 2009.

MARTINS, M. G. B.; MARTINS, A. R. Caracterização de folhas de *Mentha pulegium* x *spicata* (Lamiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 5, n. 2, p. 33-39, 2003.

MARTIN, J. H.; MOUND, L. A. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). **Zootaxa**, Auckland, n. 1492, p. 1-84, 2007.

MARTINEZ, S. S. **O nim - *Azadirachta indica***: natureza, usos múltiplos, produção. 2. ed. Londrina: IAPAR, 2011. 205 p.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMI, J. D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 145-149, 2003.

MELO, P. C. T. **Mosca-branca ameaça produção de hortaliças**. Campinas: Asgrow do Brasil sementes, 1992. 2 p. (Asgrow-Semente. Informe Técnico).

MELO, M. F. F.; ZICKEL, C. S. Os gêneros *Zanthoxylum* L. e *Esenbeckia* Kunth (Rutaceae) no Estado de Pernambuco, no Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 73-90, 2004.

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

MIGUEL, M. S. **Desenvolvimento de fitoterápicos**. São Paulo: Robe, 1999. 98 p.
MORDUE LUNTZ, A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 615-632, 2000.

MOREIRA, A. N.; HAJI, F. N. P.; SANTOS, A.; HAJI, A. T.; BARBOSA, F. R.; ALENCAR, J. A. Aspectos biológicos de *Bemisia argentifolii* em tomateiro no Submédio do vale do São Francisco. In: ENCONTRO LITINO-AMERICANO E DO CARIBE SOBRE MOSCAS BRANCAS E GEMINIVÍRUS, 8., 1999, Recife. **Anais e mini-resumos...** Recife: IPA, 1999. 1 CD-ROM.

MOUND, L. A.; HALSEY, S. H. **Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data**. New York. British Museum (Natural History); John Wiley, 1978. 340 p.

MUSA, P. D.; REN, S. Development and reproduction of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on three bean species. **Insect Science**, Oxford, v.12, n. 1, p. 25-30, 2005.

OLIVA, A.; MEEPAGALA, K. M.; WEDGE, D. E.; HARRIES, D.; HALE, A. L.; ALIOTTA, G.; DUKE, S. O. Natural fungicides from *Ruta graveolens* L. leaves, including a new quinolone alkaloid. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 51, n. 4, p. 890-896, 2003.

OLIVEIRA, M. R. V. Mosca-branca, *Bemisia tabaci* raça B (Hemiptera: Aleyrodidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 61-71.

PEDERSEN, J. A.; Distribution and taxonomic implications of some phenolics in the family Lameaceae determined By ESR spectroscopy. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 28, n. 3, p. 229-253, 2000.

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

PETERSON, A.; MACHMUDAH, S.; ROY, B. C.; GOTO, M.; SASAKI, M.; HIROSE, T. Extractions of essential oil from geranium (*Pelargonium graveolens*) with supercritical carbon dioxide. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, West Sussex, v. 81, n. 2, p. 167-172, 2006.

PINTO, A. C.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. S.; LOPES, N. P.; EPIFANIO, R. A. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 45-61, 2002.

POHLIT, A. M.; REZENDE, A. R.; BALDIN, E. L. L.; LOPES, N. P.; NETO, V. F. Plant extract, isolated phytochemicals and plant-derived agents which are lethal to arthropod vectors of human tropical diseases – a review. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 77, n. 6, p. 618-630, 2011.

PRABHAKER, N.; TOSCANO, N. C.; HENNEBERRY, T. J. Evaluation of insecticide rotation and mixtures as resistance management strategies for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Palo Alto, v. 91, n. 4, p. 820-826, 1998.

QUINTELA, E. D. Manejo integrado dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p. 113-136, 2004.

RAJKUMAR, S.; JEBANESAN, A. Oviposition deterrent and skin repellent activities of *Solanum trilobatum* leaf extract against the malarial vector *Anopheles stephensi*. **Journal of Insect Science**, Ludhiana, v. 5, n. 15, p. 1-3, 2005.

RANSON, H.; ROSSITER, L.; ORTELLI, F.; JENSEN, B.; WANG, X.; ROTH, C. W.; COLLINS, F. H.; HEMINGWAY, J. Identification of novel class insect glutathione S-transferases involved in resistance to DDT in the malaria vector *Anopheles gambiae*. **Biochemical Journal**, London, v. 359, n. 2, p. 295-304, 2001.

REGNAULT-ROGER, C. The potential of botanical essential oils for insects pest control. **Integrated Pest Management Reviews**, Dordrecht, v. 2, n. 1, p. 25-34, 1997.

REVILLA, J. **Apontamentos para a cosmética amazônica**. Manaus: SEBRAE-AM/INPA, 2002. 532 p.

RICE, L. J.; BRITS, G. J.; POTGIETER, C. J.; VAN STADEN, J. *Plectranthus*: a plant for the future? **South Africa Journal of Botany**, v. 77, n. 4, p. 947-951, 2011.

ROEL, A. R. VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 799-808, 2000.

SAITO, M.; LUCCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Jaguariúna: EMBRAPA, CNPMA, 1998. 46 p. (Série documentos, 12).

SALGUERO, V. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca-virosis. In: HILJE, L.; ARBOLEDA, O. **Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central e El Caribe**. Turrialba: CATIE, 1993. p. 20-26. (Informe Técnico, 205).

SANTIAGO, G. P.; PÁDUA, L. E. M.; SILVA, P. R. R.; CARVALHO, E. M. S.; MAIA, C. B. Efeito de extratos de plantas na biologia (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 32, n. 3, p. 792-796, 2008.

SANTOS, S. G.; CORRÊA, R. X. Diversidade genética de *Chenopodium ambrosioides* da região cacauzeira da Bahia com base em marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 1, p. 161-164, 2006.

SANTOS, L. M.; SENS, R. C. V.; DIAS, J. F. G.; BALESTRIM, L.; KALEGARI, M.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Avaliação da atividade alelopática de *Ruta graveolens* L. na germinação e crescimento de sementes de *Lactuca sativa* cv. Babá. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 29-34, 2009.

SAXENA, R. C. Inseticides from neem. In: ARNASON, J. T.; PHILOGENE, B. J. R.; MORAND, P. (Ed.). **Insecticides of plant origin**. Washington: American Chemical Society, 1989. p. 110 – 135.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; SUZUKI, C. C. L. F.; ITAKO, A. T. Utilização de extratos vegetais no controle de doenças de plantas. In: POLTRONIERI, L. S.; ISHIDA, A. K. N. (Eds.). **Métodos alternativos de controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas: panorama atual e perspectivas na agricultura**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2008. p. 131-152.

SCOTT, I. M.; JENSEN, H. R.; PHILOGÈNE, B. J. R.; ARNASON, J. T. A review of *Piper* spp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. **Phytochemistry Review**, Dordrecht, v. 7, n. 1, p. 65-75, 2008.

SENATORE, F. Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of a Thyme (*Thymus pulegioides* L.) Growing Wild in Campania (Southern Italy). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 44, n. 5, p. 1327-1332, 1996.

SENATORE, F.; RIGANO, D. Essential oil of two *Lippia* spp. (Verbenaceae) growing wild in Guatemala. **Flavour and Fragrance Journal**, West Sussex, v. 16, n. 3, p. 169-171, 2001.

SILVA, A. C.; CARVALHO, G. A. Manejo integrado de pragas. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, 2004. p. 309-366.

SILVA, M. B.; ROSA, M. B.; BRASILEIRO, B. G.; ALMEIDA, V.; SILVA, C. A. Desenvolvimento de produtos à base de extratos de plantas para o controle de doenças de plantas. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG, 2005. p. 221-246

SILVA, P. H. S. **Mosca-branca (*Bemisia argentifolli*)**: Nova praga no Meio-Norte do Brasil. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1998. 2 p. (Comunicado Técnico, 93).

- SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Atividade inseticida do nim (*Azadirachta indica* A. Juss). **Revista Verde**, Mossoró, v. 4, n. 4, p. 07-15, 2009.
- SILVA, P. H. S. BLEICHER, E.; CARNEIRO, J. S.; BARBOSA, F. R. Manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B na cultura do caupi. In: HAJI, F.N.P.; BLEICHER, E. (Eds). **Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. p. 121-129.
- SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2000. 168 p.
- SILVA, W. C.; RIBEIRO, J. D.; SOUZA, H. E. M.; CORRÊA, R. S. Atividade inseticida de *Piper aduncum* Piperacea (L.) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga de importância econômica no Amazonas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 293-298, 2007.
- SILVA, L. D.; OMOTO, C.; BLEICHER, E.; DOURADO, P. M. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, n. 1, v. 38, p. 116-125, 2009.
- SILVA FILHO, F. A.; OLIVEIRA, P. L.; MARIATH, J. E. A. Tricomas de *Chenopodium retusum* Juss. Ex Moq. (Chenopodiaceae). **Insula Florianópolis**, Florianópolis, n. 21, p. 43-58, 1992.
- SIMAS, N. K.; LIMA, E. C.; CONCEIÇÃO, S. R.; KUSTER, R. M.; OLIVEIRA FILHO, A. M. Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue – atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 46-49, 2004.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre:Universidade, 2003. 1102 p.
- SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTS, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. p. 467-495.
- SIMMONDS, M. S. J.; STEVENSON, P. C.; PORTER, E. A.; VEITCH, N. C. Insect antifeedant activity of three new tetranortriterpenoids from *Trichilia pallida*. **Journal of Natural Products**, Washington, DC, v. 64, n. 8, p. 1117-1120, 2001.
- SIMPSON, M. G. **Plant Systematics**. Oxford: Elsevier Academies Press, 2006. 590 p.
- SOUZA, E. S.; BALDIN, E. L. L. Efeito de pós de origem vegetal e de terra diatomácea sobre aspectos da biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) em feijão armazenado. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 3, p. 401-408, 2009.

SOUZA, T. F.; FAVERO, S.; CONTE, C. O. Bioatividade de óleos essenciais de espécies de eucalipto para o controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 5, n. 2, p. 157-164, 2010.

SOUZA, J. L.; REZENDE, P. L. **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 843 p.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1989) biótipo B em tomateiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 403-406, 2000.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos orgânicos e aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B em tomateiro. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 493-497, 2004.

STANSLY, P. A.; NARANJO, S. E. **Bemisia**: bionomics and management of a global pest. 2010. Disponível em: <http://www.ccma.csic.es/modpub/docs/capitulos/pdf_0_156.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2010

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004.

TAKABAYASHI, J.; DICKE, M.; POSTHUMUS, M. A. Volatile herbivore-induced terpenoids in plant-mite interactions: variation caused by biotic and abiotic factors. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 20, n. 6, p. 1329-1354, 1994.

TAPONDJOU, A. L.; ADLER, C.; FONTEM, D. A.; BOUDA, H.; REICHMUTH, C. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulky and *Tribolium confusum* du Val. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 41, n. 1, p. 91-102, 2005.

TAVARES, M. A. G. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, n. 2, v. 34, p. 319-323, 2005.

THOMAZINI, A. P. B. W.; VENDRAMIM, J. D.; LOPES, M. T. R. Extratos aquosos de *Trichilia pallida* e a traça-do-tomateiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 13-17, 2000.

TANDON, S.; MITTAL, A. K.; PANT, A. K. Insect growth regulatory activity of *Vitex trifolia* and *Vitex agnus-castus* essential oils against *Spilosoma obliqua*. **Fitoterapia**, Amsterdam, v. 79, n. 4, p. 283-286, 2008.

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

TRINDADE, R. C. P.; MARQUES, H. S.; XAVIER, H. S.; OLIVEIRA, J. V. Extrato metanólico da amêndoa da semente de nim e a mortalidade de ovos e lagartas da traça-do-tomateiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 407-413, 2000.

VAZ, A. P. A.; JORGE, M. H. A. **Série plantas medicinais condimentares e aromáticas**. EMBRAPA PANTANAL, 2006. Disponível em: <http://www.campinas.snt.embrapa.br/plantasMedicinais/Arruda.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2012.

VENKATACHALAM, M. R.; JEBANESAN, A. Repellent activity of *Ferronia elephantum* Corr. (Rutaceae) leaf extract against *Aedes aegypti* (L.). **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 76, n. 3, p. 287-288, 2001.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividades inseticida. Uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.

VILLAS BÔAS, G. L. **Manejo integrado de mosca-branca**. Brasília, DF: EMBRAPA CNPH, 2005. 6 p. (Comunicado técnico da Embrapa Hortaliças, 28).

VILLAS BÔAS, G. L.; BRANCO, M. C. **Manejo integrado da mosca branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em sistema de produção integrada de tomate indústria (PITI)**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 12 p. (Circular Técnica, 70).

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

VILLAS BÔAS, G. L.; MELO, P. E.; BRANCO, M. C.; GIORDANO, L. B.; MELO, W. F. Desenvolvimento de um modelo de produção integrada de tomate indústria-PITI. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C. A.; PICANÇO, M. C.; COSTA, H. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas: hortaliças**. Viçosa: UFV, 2007. Cap. 9, p. 349-362.

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

VILLAS-BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.20, n.1, p.71-79, 2002.

ZHANG, W.; McAUSLANE, H. J.; SCHUSTER, D. J. Repellence of ginger oil to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 97, n. 4, p. 1310-1318, 2004.

ZI-NING, L.; KAI-PING, L.; YI-LIN, Z.; WEN-LI, C.; FENG, F.; YI-QIANG, Y.
Investigation of species of diseases and pests in *Pelargonium graveolens* L. Her and control
technique. **Plant Diseases and Pests**, v. 1, n. 3, p. 51-54, 2010.

ZOGHBI, M. G. B.; OLIVEIRA, J.GUILHON, G. M. S. P. The genus *Mansoa*
(Bignoniaceae): a source of organosulfur compounds. **Revista Brasileira de Farmacognosia**,
Curitiba, v. 19, n. 3, p. 795-804, 2009.