

POTENCIAL INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Citrus*
SOBRE *Bemisia tabaci* (GENN., 1889) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

por

NICOLLE DE CARVALHO RIBEIRO

(Sob Orientação do Professor Cláudio Augusto Gomes da Câmara)

RESUMO

As culturas de interesse agrônômico sofrem com grandes infestações de mosca-branca, espécie *Bemisia tabaci* biótipo B. Essas infestações têm promovido perdas econômicas devido aos danos diretos e indiretos. Os danos diretos se caracterizam pelo aparecimento de anomalias fisiológicas com alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das culturas. Por outro lado, os danos indiretos se manifestam pelo aparecimento de fungos saprófitas que interferem no processo fotossintético das plantas, além de apresentar a capacidade de transmitir doenças virais, como o *geminivírus*. Com relação aos danos provocados pela mosca-branca biótipo B, várias estratégias de controle têm sido adotadas objetivando minimizar as perdas agrícolas. Visando uma alternativa aos inseticidas sintéticos, o uso de produtos de origem vegetal tem se revelado uma fonte promissora para o controle de *B. tabaci* biótipo B. Entre esses produtos vegetais, os óleos essenciais têm apresentado resultados promissores quanto aos efeitos na repelência, inibição da alimentação e do crescimento, alterações no comportamento sexual, esterilização dos adultos, mortalidade na fase imatura ou adulta, entre outras características para o controle da praga. Este trabalho objetivou avaliar o potencial inseticida do óleo essencial da casca de seis espécies de *Citrus*, cultivados em Santana do Mundaú - AL, sobre *B. tabaci* biótipo B. O óleo de *C. limon* promoveu 97% de mortalidade na concentração de 4,5µL/L de ar. Os valores das CL₅₀

dos óleos de *Citrus* e eugenol variaram de 0,20 a 5,80µL/L de ar. As concentrações mínimas de óleo testado para promover a deterrência de oviposição foram: 1,0; 3,0; 3,5; 3,7 e 7,0µL/L de ar do óleo de *C. reticulata*, *C. sinensis* x *C. reticulata*, *C. aurantium*, *C. limon* e *C. sinensis*, respectivamente. Com base no potencial biológico dos óleos de *Citrus*, a realização de estudos investigativos possibilitou verificar que a atividade fumigante desses óleos essenciais são promissores para o controle da *B. tabaci*.

PALAVRAS-CHAVE: Óleo essencial, *Citrus* sp., atividade inseticida, mosca-branca

POTENTIAL INSECTICIDE OF ESSENTIAL OILS OF SPECIES OF THE GENUS *Citrus* ON
Bemisia tabaci (GENN., 1889) BIOTYPE B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

by

NICOLLE DE CARVALHO RIBEIRO

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

ABSTRACT

The cultures of agronomic interest suffer with great infestations of whitefly, species *Bemisia tabaci* biotype B. Those infestations have been promoting economic losses due to the direct and indirect damages. The direct damages are characterized by the appearance of physiologic anomalies with alterations in the vegetative and reproductive development of the cultures. On the other hand, the indirect damages show for the appearance of fungus saprophytic that interfere in the process photosynthetic of the plants, besides presenting the capacity to transmit diseases you turn, as the geminivirus. With relationship to the damages provoked by the whitefly biotype B, several control strategies have been adopted objectifying to minimize the agricultural losses. Seeking an alternative to the synthetic insecticides, the use of products of vegetable origin has been revealing a promising source for the control of *B. tabaci* biotype B. Among those vegetable products, the essential oils have been presenting promising results with relationship to the effects in the repellence, inhibition of the feeding and of the growth, alterations in the sexual behavior, the adults' sterilization, mortality in the immature or adult phase, among other characteristics for the control of the pest. This work objectified to evaluate the insecticide potential of the essential oil of the peel of six species of *Citrus*, cultivated in Santana of Mundaú - AL, on *B. tabaci* biotype B. The oil of *C. limon* promoted 97% of mortality in the concentration

of 4.5 μ L/L of air. The values of the CL₅₀ of the oils of *Citrus* and eugenol varied of 0.20 to 5.80 μ L/L of air. The minimum concentrations of oil tested to promote the oviposition deterrence were: 1.0; 3.0; 3.5; 3.7 and 7.0 μ L/L of air of the oil of *C. reticulata*, *C. sinensis* x *C. reticulata*, *C. aurantium*, *C. limon* and *C. sinensis*, respectively. With base in the biological potential of the oils of *Citrus*, the accomplishment of investigative studies facilitated to verify that the activity fumigant of those oils essential is promising for the control of the *B. tabaci*.

KEY WORDS: Essential oil, *Citrus* sp., insecticidal activity, whitefly.

POTENCIAL INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Citrus*
SOBRE *Bemisia tabaci* (GENN., 1889) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

por

NICOLLE DE CARVALHO RIBEIRO

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

RECIFE - PE

Fevereiro - 2010

POTENCIAL INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Citrus*
SOBRE *Bemisia tabaci* (GENN., 1889) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

por

NICOLLE DE CARVALHO RIBEIRO

Comitê de Orientação:

Cláudio Augusto Gomes da Câmara – UFRPE

Herbert Álvaro Abreu de Siqueira – UFRPE

POTENCIAL INSETICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Citrus*
SOBRE *Bemisia tabaci* (GENN., 1889) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

por

NICOLLE DE CARVALHO RIBEIRO

Orientador:

Cláudio Augusto Gomes da Câmara - UFRPE

Examinadores:

Marilene Fancelli - Embrapa

César Auguste Badji – UFRPE/UAG

José Vargas de Oliveira - UFRPE

DEDICATÓRIA

A meus pais, José e Neuza, por apoiarem a trajetória da minha vida, a minha irmã Pérola pela incessante demonstração de carinho e a meu amor Francis pelo apoio incondicional mesma em decorrência da distância.

AGRADECIMENTOS

À Deus, superior em tudo, real na minha vida e guia das pessoas que amo.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao CNPq pela concessão de bolsa.

À Minha família, alicerce fundamental do meu ser, contribuiu enfaticamente nas escolhas que fiz, sempre estendendo as mãos nos momentos mais inesperados que passei.

À meu Francis pelo companheirismo e amor desde que Deus colocou-o em minha vida.

À minha vizinha, Maria Otília (*in memoriam*) exemplo de mulher e orgulho da minha vida.
Tios, tias, primos, primas, enfim todos que reconhecem o meu esforço sempre.

Ao exemplo de orientador Cláudio A. G. da Câmara, pela sutileza de mostrar como a ciência é rica. Agradeço também por confiar no meu trabalho, passando-me conhecimento, ensinamentos, enfim, mostrando-me como viver na vida acadêmica.

Aos professores do PPGEA, sabedores do conhecimento.

Aos meus amigos do PPGEA, Tadeu Martins, Ricardo Melo, Eduardo Carneiro, Maria Cleoneide, Vanessa Corrêa, Mário Jorge em especial a Flávia Born.

Aos amigos do LPNBIO, Priscilla Botelho, Marcílio Moraes, Roberta Santos, Raquel Silvestre, Ilzenayde Neves, Cláudio Araújo, Ivelton Dias.

Aos verdadeiros amigos da UFRB em especial a Gisele Machado, Elma Souza, Hilo Souza, Cristiane Duarte, Lorena Mattos e Olívia Nepomuneco.

Sou grata ao CNPMF pelo estágio durante a graduação, benção de ser orientada por Dr^a. Marilene Fancelli e pela amizade de todos os funcionários de campo e laboratório.

Enfim, sou grata a todos que me acolheram com um simples sorriso.

SUMÁRIO

	Páginas
AGRADECIMENTOS	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	01
LITERATURA CITADA.....	22
2 ATIVIDADE INSETICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DA CASCA DE SEIS ESPÉCIES DE <i>Citrus</i> SOBRE <i>Bemisia tabaci</i> (GENN., 1889) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE).....	31
RESUMO.....	32
ABSTRACT	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
AGRADECIMENTOS	41
LITERATURA CITADA.....	42

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A mosca-branca é da ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha e família Aleyrodidae, a qual pertence à espécie *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889). A família é dividida em duas subfamílias: Aleyrodicinae e Aleyrodinae, (Bink-Moenen & Mound 1990, Hilje 1996). A espécie *B. tabaci* foi inicialmente descrita como *Aleurodes tabaci* por Gennadius, em 1889, na Grécia em plantas de fumo (*Nicotiana* spp.). Todavia, devido às variações morfológicas apresentadas pelo pupário, que é a estrutura de valor taxonômico, dependendo da planta hospedeira onde a ninfa se criou, esse inseto foi redescrito várias vezes, sendo as sinonímias listadas por Mound & Halsey (1978).

Para a identificação das espécies que constituem a família Aleyrodidae dificuldades são encontradas, destacando-se a falta de chaves completas para espécies, que ocorrem no continente americano e em outras regiões do mundo. Com base no exposto acima, a identificação dessas espécies é baseada na morfologia do estágio de pupa (Mound & Halsey 1978, Gill 1990), podendo apresentar variações morfológicas, neste estágio, em decorrência dos hospedeiros correlacionados (Hilje 1996, Martin 1987). Um maior detalhe da descrição de indivíduos na fase jovem de *B. tabaci* foi observado por El-Helaly *et al.* (1971) e Lopez-Avila (1986).

B. tabaci apresenta características semelhantes a outros insetos da ordem Hemiptera (Byrne & Bellows Jr. 1991). É um inseto sugador de seiva do floema, polífago e já foi observado reproduzindo-se em aproximadamente 506 espécies de plantas distribuídas em cerca de 74 famílias botânicas (Gelman & Gerling 2003). A intensidade de ocorrência de *B. tabaci* em uma dada cultura depende, basicamente, do potencial biótico, que está relacionado com a:

fecundidade, duração do ciclo biológico e razão sexual (Haji *et al.* 2000). Outros aspectos, relacionados também com a duração do ciclo de vida de *B. tabaci* podem variar de acordo com as condições ambientais, sendo a temperatura um dos fatores mais determinantes. Sob essas condições favoráveis, esta praga pode apresentar de 11 a 15 gerações por ano, podendo, cada fêmea, ovipositar de 100 a 300 ovos durante o seu ciclo de vida (Brown & Bird 1992).

A dispersão de *B. tabaci* teve início nas décadas de 20 e 30 do século passado na Índia, Israel e Sudão. Essa infestação ocorreu inicialmente em culturas particulares, atribuídas ao transporte de material vegetal pelo homem, ainda sem o prévio conhecimento dos possíveis problemas acarretados pela *B. tabaci* (Brown *et al.* 1995). Ainda em meados de 1930, foi descoberta a possibilidade de transmissão de viroses pela espécie *B. tabaci*, que foram resultantes de danos diretas e indiretas em culturas múltiplas e em plantas hospedeiras silvestres (Henneberry & Castle 2001).

A partir da década de 50, foi proposta a utilização do termo biótipo para a espécie *B. tabaci*. O emprego desse termo surgiu devido à existência de populações morfologicamente semelhantes que apresentavam características biológicas diferenciadas. Dentre essas características biológicas, destacam-se a distinção quanto à afinidade da planta hospedeira, a especificidade de transmissão de vírus, capacidade de resistência a inseticidas e mudanças no comportamento (Brown *et al.* 1995).

Dessa forma, a espécie *B. tabaci* possui dezenas de biótipos, dentre os quais dois se destacam quanto à importância agrícola, ou seja, biótipos A e B. Tanto a biologia quanto a morfologia somados ao uso de técnicas de eletroforese enzimática e análise de DNA de ambas as raças (A e B) (Brown *et al.* 1995, Hilje 1996), forneceram informações inequívocas para descrever o biótipo B como uma nova espécie de *B. tabaci* embora, atualmente, este biótipo é referenciado (Mark 1999). O biótipo B quando comparado ao biótipo A, diferencia-se

basicamente pela grande quantidade de descendentes, alto sucesso reprodutivo, habilidade para induzir o fenótipo do prateamento em folhas de espécies de abóbora colonizadas (Mark 1999) e maior facilidade de desenvolver resistência aos inseticidas (Costa *et al.* 1993, Kirk *et al.* 2000).

No Brasil, o primeiro estado que registrou o surto de *B.tabaci* foi o Paraná em 1968 nas culturas de soja e feijão. Em 1991 a infestação do biótipo B acarretou grandes prejuízos econômicos no estado de São Paulo (Lourenção & Nagai 1994). Atualmente, o biótipo B encontra-se disseminado em todo território brasileiro, atacando uma diversidade de hospedeiros, dentre os quais incluem solanáceas (tomate, berinjela, pimentão, fumo, pimenta e jiló), cucurbitáceas (abobrinha, melancia, melão e chuchu), brássicas (brócolos e repolho), leguminosas (feijão, feijão vagem), algodão, mandioca, alface e quiabo, além de plantas ornamentais, daninhas e silvestres (Villas Bôas *et al.* 1997, Campos *et al.* 2005.).

Quanto aos problemas promovidos pela espécie *B. tabaci*, pode-se mencionar dois tipos de danos: os diretos e indiretos. Os danos diretos são produzidos pelas ninfas e adultos por meio de perfurações e sucção da seiva do floema, promovendo debilidade nas plantas e excreção de substância açucarada nas folhas, ramos e frutos. Os danos indiretos, por outro lado, favorecem o aparecimento de fungos saprófitas (fumagina) que interferem no processo fotossintético das plantas. Ainda como dano indireto, essa praga é a única espécie da família capaz de transmitir doenças virais as plantas (Bink-Moenen & Mound 1990, Hilje 1996), especialmente, o *geminivírus* (Lacerda & Carvalho 2008). Lastra (1993) relatou que o vírus transmitido pela *B. tabaci* apresenta como sintomas característicos o amarelecimento total da planta, o nanismo acentuado e o enrugamento severo das folhas terminais.

As características das injúrias causadas pela *B. tabaci* descritas acima, tornam essa praga de grande importância à agricultura brasileira, por promover prejuízos econômicos que, em algumas culturas chegam a atingir 100% (Lacerda & Carvalho 2008). Lourenção & Nagai (1994)

registraram em várias regiões do Brasil, que ataques dessa praga, mesmo em quantidades reduzidas, têm provocado problemas devido à transmissão de viroses para culturas de expressão econômica. Exemplos de perdas totais de culturas importantes como tomate e feijão podem ser acometidos pelo vírus Tomato *golden mosaic virus* (mosaico dourado do tomateiro) e Bean *golden mosaic virus* (mosaico dourado do feijoeiro), respectivamente.

Para minimizar as perdas causadas pelos danos diretos e indiretos dessa praga, várias táticas de controle têm sido utilizados na esperança de diminuir a infestação de insetos-pragas sem causar danos ecológicos e prejuízos econômicos. A literatura relata vários resultados de trabalhos que fizeram uso das principais estratégias de controle de *B. tabaci*, tais como: o emprego de inseticidas sintéticos, controle biológico e a utilização de inseticidas botânicos.

Objetivando obter uma visão ampliada dos principais métodos de controle de infestações de *B. tabaci*, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre os principais métodos de controle dessa praga. O levantamento foi realizado no SciFinder (Chemical Abstract) compreendendo o período de 1907-2009, utilizando a palavra-chave: *Bemisia tabaci*, em seguida refinada com o termo “insecticidal activity”. O resultado dessa busca revelou 75 artigos e cinco revisões. Destes artigos, 64,0% reportam resultados referentes ao uso de inseticidas sintéticos; enquanto que 13,3% dos artigos estão voltados para o uso de fungos e bactérias como alternativas aos inseticidas convencionais e por fim, 22,7% dos artigos reportam o uso de extratos, óleos essenciais e constituintes químicos isolados de diferentes partes da planta para o controle de mosca-branca. Das cinco revisões, duas estão relacionadas à resistência de pragas aos inseticidas piretróides e neonicotinóides; uma referente ao potencial inseticida do metabólito azadiractina; outra sobre a ação inseticida de *Bacillus thuringiensis* e uma sobre o impacto dos inseticidas convencionais no meio ambiente.

Quanto aos resultados obtidos para o uso de inseticidas sintéticos, constatou-se que esse método é o mais difundido, tanto em campo quanto em casa de vegetação (Horowitz & Ishaaya 1994). A Tabela 1 mostra os principais inseticidas convencionais estudados quanto à sua ação para o controle de *B. tabaci*.

De acordo com a Tabela 1, a classe dos neonicotinóides e os reguladores de crescimento são considerados os inseticidas sintéticos mais promissores no controle de *B. tabaci* devido principalmente pelas inovações de pesquisas com resultados promissores (Palumbo *et al.* 2001). Contudo, o destaque para os inseticidas reguladores de crescimento, como buprofezin e piriproxifen, são diferenciados dos demais inseticidas convencionais, por não serem neurotóxicos ao inseto. Sendo assim, os reguladores de crescimento agem na síntese de quitina, especificamente em estágios imaturos do inseto, favorecendo a mortalidade durante a ecdise (Palumbo *et al.* 2001). No entanto, a utilização desses reguladores de crescimento torna-se inviável economicamente devido aos custos e por já existirem relatos de resistência por meio da pressão de seleção da praga a esses produtos (Horowitz & Ishaaya 1994), requerendo com isso investigações de alternativas viáveis para o controle de mosca-branca.

Outro método de controle de *B. tabaci* encontrado como alternativa no referido levantamento bibliográfico foi o controle biológico. Esse método se caracteriza pelo uso de inimigos naturais, tais como: predadores, parasitóides ou microrganismos (fungos, bactérias, vírus e nematóides).

Tabela 1. Atividade inseticida de compostos sintéticos e ingredientes ativos sobre *Bemisia tabaci* - Levantamento bibliográfico (SciFinder: Período de 1907 a 2009, busca realizada em 3 de dezembro de 2009).

Inseticida Sintético Comercial/Ingrediente Ativo (i.a.)	Classe do Inseticida	Referências Bibliográficas
Phosdrin, nuvan, endrin, dimecron, thiodan	Organofosforado	Al-Azawi 1965.
Dimetoate, monocrotophos	Organofosforado	Pareek & Noor 1979.
AC 222, 705	Piretróide	Saad <i>et al.</i> 1981.
Deltamethrin	Piretróide	Renou & Aspirot 1985.
Deltamethrin, cipermethrin, fenvalerate, permethrin	Piretróides	Ascher <i>et al.</i> 1986.
Karatê (PP 321)	Piretróides	Morton <i>et al.</i> 1986.
Malathion, metil-parathion, monocrotophos, sulprophos, permethrin	Organofosforado	Prabhaker <i>et al.</i> 1989.
AC 801,757 (MK-239)	Organofosforado	Merriam <i>et al.</i> 1990.
Chlorpyrifos	Organofosforado	Wool & Greenberg 1990.
Profenophos	Organofosforado	Byrne & Devonshire 1991.
CGA 215944	Organofosforado	Flueckiger <i>et al.</i> 1992.
Paraoxon e azametiphos	Organofosforado	Byrne & Devonshire 1993.
Imidacloprid (BAY NTN 33893)	Neonicotinóide	Mullins & Engle 1993.
Fenpropathrin	Piretróides	Shchukin & Wool 1994.
Metidathion	Organofosforado	Bloch & Wool 1995.
Fenoxicarb	Regulador de crescimento	Ujvary <i>et al.</i> 1996.
Pimetrozine	Organofosforado	Allemann <i>et al.</i> 1997.
Etofenprox	Piretróide	
Imidacloprid	Neonicotinóide	
Pirimiphos, profenophos, diafentiuron	Organofosforado	Ayad <i>et al.</i> 1997.
Abamectin	Avermectina	
Piriproxifen	Regulador de crescimento	Inoue & Nakamura 1999.
DBI-3204 (Bistrifluron)	Regulador de crescimento	Kim <i>et al.</i> 2000.
Thiacloprid	Neonicotinóide	Elbert <i>et al.</i> 2001.
Imidacloprid	Neonicotinóide	Vadodaria <i>et al.</i> 2001.
Chlorpyrifos, sulprophos	Organofosforado	Byrne & Toscano 2002.
Thiacloprid	Neonicotinóide	Elbert <i>et al.</i> 2002.
Buprofezin e novaluron	Regulador de crescimento	Cottage & Gunning 2002.

Emamectin benzoate (Proclaim)	Avermectina	Ishaaya <i>et al.</i> 2002.
BSN 2060 (Spiromesifen)	Organofosforado	Nauen <i>et al.</i> 2002.
Imidacloprid, thiamethoxan, acetamiprid	Neonicotinóide	Rauch & Nauen 2003.
Imidacloprid	Neonicotinóide	Richter <i>et al.</i> 2003.
Thiamethoxam	Neonicotinóide	Torres <i>et al.</i> 2003.
Thiamethoxam	Neonicotinóide	Ishaaya <i>et al.</i> 2005.
Imidacloprid	Neonicotinóide	
Abamectin	Avermectina	
Diclorvos, dimetoate	Organofosforado	Shen <i>et al.</i> 2005.
Buprofezin	Regulador de crescimento	
Methamidophos, Chlorpyrifos, Phoxim	Organofosforado	
Fenvalerate	Piretróide	
Abamectin, emamectin benzoate	Avermectina	Kang <i>et al.</i> 2006.
Fipronil	Neonicotinóide	
Imidacloprid	Neonicotinóide	
Diclorvos, dimetoate, metomil, omethoate	Organofosforado	Mou <i>et al.</i> 2006.
Imidacloprid e Acetamiprid	Neonicotinóide	Song <i>et al.</i> 2006.
Piriproxifen	Regulador de crescimento	Inoue <i>et al.</i> 2007.
Abamectin	Avermectina	
Acepate, fenitroton, fention, pentoato, malathion, thriclorphon	Organofosforado	
Imidacloprid, acetamiprid	Neonicotinóide	Bacci <i>et al.</i> 2007.
Bifenthrin, deltamethrin, cipermethrin, esfenvalerate, permethrin, fenpropathrin	Piretróide	
Cartap	Carbamato	
Cipermethrin	Piretróide	Bingham <i>et al.</i> 2007.
Thiazole	Neonicotinóide	Cudworth <i>et al.</i> 2007.
Q-TED	Neonicotinóide	Haas & Kuhnhold .2007
Imidacloprid	Neonicotinóide	
Deltamethrin	Piretróide	
Omethoate	Organofosforado	Liang <i>et al.</i> 2007.
Abamectin	Avermectina	
Fipronil, imidacloprid, acetamiprid, thiamethoxam, isoprocarb	Neonicotinóide	
Malathion	Organofosforado	Song <i>et al.</i> 2007.
Buprofezin	Regulador de crescimento	
Butóxido de piperonila	Regulador de crescimento	Wu <i>et al.</i> 2007.
Imidacloprid, acetamiprid	Neonicotinóide	Bingham <i>et al.</i> 2008.
Bifenthrin, fenpropathrin	Piretróide	
Formothion, triazophos	Organofosforado	Erdogan <i>et al.</i> 2008.

Imidacloprid	Neonicotinóide	Nauen <i>et al.</i> 2008.
Diclorvos, metomil, dimetoate	Organofosforado	Zhang <i>et al.</i> 2008.
Imidacloprid	Neonicotinóide	Latheef <i>et al.</i> 2009.

O grande empecilho dessa técnica é que os inimigos naturais como parasitóides e predadores devem seguir de uma produção massal intensa, além de serem eficientes no controle da praga a longo prazo (Gerling *et al.* 2001). Entretanto, para os fungos entomopatogênicos, a umidade relativa e a temperatura adequada são necessárias para que ocorram a produção de conídios e a infecção no inseto hospedeiro (Rombach & Gillespie 1988). De acordo com o levantamento realizado, observou-se cerca de dez trabalhos referentes ao controle biológico descrevendo apenas o uso de fungos e bactérias, sendo o maior número de artigos publicados utilizando fungos para o controle de mosca-branca (Tabela 2).

Tabela 2. Atividade inseticida de microorganismos sobre *Bemisia tabaci* - Levantamento bibliográfico (SciFinder: Período de 1907 a 2009, busca realizada em 3 de dezembro de 2009).

Espécie	Patógeno	Referência
<i>Calceolaria andina</i>	Fungo	Khambay <i>et al.</i> 1997. Khambay <i>et al.</i> 2003.
<i>Lecanicillium lecanii</i>		Mitina <i>et al.</i> 2002.
<i>Paecilomyces fimosoroseus</i>		Asaff <i>et al.</i> 2005. Huang <i>et al.</i> 2008.
<i>Aspergillus niger</i>		Wei <i>et al.</i> 2007.
<i>Metarhizium sp.</i>		Hu <i>et al.</i> 2009.
<i>Photorhabdus luminescens</i>	Bactéria	Blackburn <i>et al.</i> 2005.
<i>Bacillus thuringiensis</i>		Naranjo 2005.
<i>Saccharopolyspora spinosa</i>		Lewer <i>et al.</i> 2009.

Nos últimos anos, o uso de produtos vegetais tem sido amplamente empregado para o controle de insetos-pragas. O levantamento bibliográfico realizado nesse trabalho dissertativo

corroborar com essa afirmativa revelando que a quantidade de artigos encontrados voltados para o uso de inseticidas botânicos foi quase o dobro daqueles relacionados com o uso de controle biológico como método alternativo para o controle de *B. tabaci*.

De acordo com o levantamento bibliográfico 17 artigos foram encontrados relatando a ação inseticida sobre *B. tabaci* pela utilização de extratos aquosos, orgânicos, óleos e constituintes fixos extraídos e isolados de 36 espécies botânicas, as quais se encontram distribuídas em 18 famílias. Destas famílias, as mais estudadas foram Lamiaceae com sete espécies diferentes e Solanaceae com cinco. Dentre esses artigos, apenas três reportam resultados sobre a ação de óleos essenciais como inseticida e a grande maioria tem como foco o uso de extratos aquoso e orgânico. A Tabela 3 mostra as espécies botânicas utilizadas como fonte de produtos vegetais para o controle de *B. tabaci*.

Os resultados encontrados no levantamento bibliográfico para o controle alternativo aos inseticidas convencionais sugerem que o uso de inseticidas botânicos é um método promissor e que merece ser continuamente investigado, objetivando a busca de um inseticida líder para o controle de *B. tabaci*. Nesse sentido, o enfoque desse trabalho dissertativo está voltado para o estudo de inseticidas botânicos como alternativa aos inseticidas convencionais.

As espécies encontradas nesse levantamento bibliográfico são reconhecidas pela produção e acúmulo de substâncias com propriedades biológicas, as quais têm exercido, e ainda exercem um papel fundamental de coevolução na relação inseto-planta. Entre as substâncias obtidas a partir da defesa natural das plantas ressaltam-se os metabólitos secundários.

Esses metabólitos secundários são obtidos diretamente do vegetal ou parte dele, como pós, extratos orgânicos, extratos aquosos, óleos fixos e óleos voláteis, potencializando assim a possível ação como inseticidas botânicos (Wiesbrook 2004).

Tabela 3. Atividade inseticida de produtos obtidos de plantas sobre *Bemisia tabaci* : Levantamento bibliográfico (SciFinder:

Período de 1907 a 2009, busca realizada em 3 de dezembro de 2009).

Espécie (Família)	Localidade	Parte da Planta	Produto Vegetal Testado	Resultados	Referências Bibliográficas
<i>Nicotiana</i> sp (Solanaceae)	USA	Folhas	Extrato aquoso	<i>Nicotiana gossei</i> , <i>Nicotiana benthamiana</i> e <i>Nicotiana bigelovii</i> mais ativo nos 2º e 3º instar em casa de vegetação. Sacarose éster de <i>N. gossei</i> resultou em 88-94% na mortalidade de 2º e 3º instar. Ester sacarose não foi ativo para ovos de mosca-branca.	Neal <i>et al.</i> 1994.
<i>Nicotiana spp.</i> (Solanaceae)	USA	Folhas	Extrato aquoso	Total hexanoil ester sacarose: 80% de mortalidade de adultos após 2h. Total heptanoil ester sacarose: 95% de mortalidade de adultos após 2h. Total octanoil ester sacarose: 99% de mortalidade de adultos após 2h. Total nonanoil ester sacarose: 92% de mortalidade de adultos após 2h. Total decanoil ester sacarose: 80% de mortalidade de adultos após 2h.	Chortyk <i>et al.</i> 1996.
<i>Petunia x hybrida</i> (Solanaceae)	USA	Parte aérea	Extrato aquoso	Tetra-acilglicose (GE1): 2% de mortalidade de adultos a conc. de 0,100%; 3% de mortalidade de adultos a conc. de 0,050%; 2% de mortalidade de adultos a conc. de 0,025%; 1% de mortalidade de adultos a conc de 0,0125%.	Chortyk <i>et al.</i> 1997.

Triacilglicose (GE2): 47% de mortalidade de adultos a conc. de 0,100%;
36% de mortalidade de adultos a conc. de 0,050%;
10% de mortalidade de adultos a conc. de 0,025%;
6% de mortalidade de adultos a conc. de 0,0125%.

Triacilmonoacetilaçúcar (SE3): 86% de mortalidade de adultos a conc. de 0,100%;
89% de mortalidade de adultos a conc. de 0,050%;
88% de mortalidade de adultos a conc. de 0,025%;
70% de mortalidade de adultos a conc. de 0,0125%.

Triacilaçúcar (SE4): 91% de mortalidade de adultos a conc. de 0,100%;
96% de mortalidade de adultos a conc. de 0,050%;
97% de mortalidade de adultos a conc. de 0,025%;
85% de mortalidade de adultos a conc. de 0,0125%.

Tetra-acilmonoacetilaçúcar (SE5): 37% de mortalidade de adultos a conc. de 0,100%;
34% de mortalidade de adultos a conc. de 0,050%;
38% de mortalidade de adultos a conc.

				de 0,025%; 26% de mortalidade de adultos a conc. de 0,0125%.	
				Tetra-acilaçúcar (SE6): 79% de mortalidade de adultos a conc. de 0,100%; 89% de mortalidade de adultos a conc. de 0,050%; 80% de mortalidade de adultos a conc. de 0,025%; 62% de mortalidade de adultos a conc. de 0,0125%.	
<i>Melia azedarach</i> (Meliaceae)	Brasil-São Paulo-Piracicaba	Ramos	Extrato aquoso	35,8±20,24=% de mortalidade de ovos; 8,1±0,86 dias=duração da fase de ovo.	Souza & Vendramim 2001.
		Folhas		47,3±15,65=% de mortalidade de ovos; 7,0±0,15 dias =duração da fase de ovo.	
		Frutos verdes		58,0±10,78=% de mortalidade de ovos; 8,4±0,14 dias =duração da fase de ovo.	
		Frutos maduros		36,6±21,10=% de mortalidade de ovos; 7,8±0,08 dias =duração da fase de ovo.	
<i>Trichilia pallida</i> (Meliaceae)		Ramos		51,2±11,68=% de mortalidade de ovos; 7,2±0,28 dias =duração da fase de ovo.	
		Folhas		25,4±19,31=% de mortalidade de ovos; 7,3±0,30 dias =duração da fase de ovo.	
		Córtex		17,5±11,50=% de mortalidade de ovos; 7,1±0,24 dias =duração da fase de ovo.	
<i>Satureja hortensis</i> (Lamiaceae)	Turquia	Partes aéreas	Óleo essencial	44,180 é a média de mortos no universo de 50 indivíduos após 24h na conc. de 3,125 µL/L, ou seja, 88,36% de mortalidade.	Aslan <i>et al.</i> 2004.
<i>Ocimum basilicum</i> (Lamiaceae)				27,271 é a média de mortos no universo de 50 indivíduos após 24h na conc. de 3,125 µL/L, ou seja, 54,54% de	

				mortalidade.	
<i>Thymus vulgare</i> (Lamiaceae)				27,474 é a média de mortos no universo de 50 indivíduos após 24h na conc. de 3,125 µL/L, ou seja, 54,94% de mortalidade.	
<i>Artemisia absinthium</i> (Compositae)	Turquia	Partes aéreas	Óleo essencial	Efeito a 2µL/L de ar em 96h.	Aslan <i>et al.</i> 2005.
<i>Capsicum frutescens</i> (Solanaceae)	Marrocos	Frutas	Extração de alcalóides (1), saponinas (2) e flavonóides (3)	Os 3 compostos afetaram nos ovos e sobrevivência de adultos. Ovos - mortalidade: 35 -59% (1); 14-31% (2); 10-14% (3). Adultos - mortalidade: 29-86%, 14-48%, 6-29%. Ovos e adultos: CL ₅₀ 13,78 e 6,83 g alcalóide/L; 98,63 e 32,28 g saponinas/L; e não é tóxico 120,65 g flavonóide/L.	Bouchelta <i>et al.</i> 2005.
<i>Nicotiana gossei</i> (Solanaceae)	USA	Folhas	Extrato	Sacarose octanoato - 0 ppm: 53,5±7,4% número médio de adultos acumulados após 28 dias do tratamento. Sacarose octanoato -750 ppm: 57,4±11,9% número médio de adultos acumulados após 28 dias do tratamento. Sacarose octanoato -1500 ppm: 37,8±7,6% número médio de adultos acumulados após 28 dias do tratamento. Sacarose octanoato -3000 ppm: 31,2±7,0% número médio de adultos acumulados após 28 dias do tratamento. Sacarose octanoato -6000 ppm: 31,7±7,9% número médio de adultos acumulados após 28 dias do tratamento.	Mckenzie <i>et al.</i> 2005.

				<p>Sacarose octanoato -12000 ppm: 21,3±3,9% número médio de adultos acumulados após 28 dias do tratamento.</p> <p>Sacarose octanoato -24000 ppm: 20,8±5,1% número médio de adultos acumulados após 28 dias do tratamento.</p> <p>Sacarose octanoato -48000 ppm: 2,0±1,5% número médio de adultos acumulados após 28 dias do tratamento.</p> <p>Sacarose octanoato: CL50= 880 ppm; IC. (779-978); CL₉₀= 3,255 ppm; IC. (2,945-3,653) para mortalidade de adultos 24h após o tratamento.</p>	
<i>Micromeria fruticosa</i> L. (Lamiaceae)	Turquia	Partes aéreas	Óleo essencial	<p>65% de mortalidade após 24h na conc. de 2,0 µL/L; 83,3% de mortalidade após 48h na conc. de 2,0 µL/L; 96,7% de mortalidade após 96h na conc. de 2,0 µL/L; 100% de mortalidade após 120h na conc. de 2,0 µL/L.</p>	Calmasur <i>et al.</i> 2006.
<i>Nepeta racemosa</i> L. (Lamiaceae)				<p>68,3% de mortalidade após 24h na conc. de 2,0 µL/L; 90% de mortalidade após 48h na conc. de 2,0 µL/L; 96,7±% de mortalidade após 96h na conc. de 2,0 µL/L; 100% de mortalidade após 120h na conc. de 2,0 µL/L.</p>	
<i>Origanum vulgare</i> L. (Lamiaceae)				<p>68,3% de mortalidade após 24h na conc. de 2,0 µL/L; 86,7% de mortalidade após 48h na conc.</p>	

				de 2,0 µL/L; 96,7% de mortalidade após 96h na conc. de 2,0 µL/L; 100% de mortalidade após 120h na conc. de 2,0 µL/L.	
<i>Prosopis juliflora</i> (Leguminosae)	Brasil- Recife	Folhas	Extrato aquoso	43,6±1,67% e 75,1±1,90 mortalidade de ovos e ninfas após 24h.	Cavalcante <i>et al.</i> 2006.
<i>Leucaena leucocephala</i> (Leguminosae)				43,0±2,00% e 74,5±1,12 mortalidade de ovos e ninfas após 24h.	
<i>Mimosa caesalpiniifolia</i> (Anacardiaceae)				4,7±1,78% e 8,9±1,58 mortalidade de ovos e ninfas após 24h.	
<i>Myracrodruon urundeuva</i> (Anacardiaceae)				2,7±1,78% e 5,3±1,58 mortalidade de ovos e ninfas após 24h.	
<i>Lepidium sativum</i> (flavonóides) (Brassicaceae)	Egito	Sementes e folhas	Extrato alcoólico e éter	Os diferentes extratos de semente e folha apresentaram moderado efeito contra mosca-branca. Total de lipídios das sementes apresentaram significativa atividade contra praga e 77% de mortalidade em adultos.	Radwan <i>et al.</i> 2006.
<i>Azadirachta indica</i> (Meliaceae)	Brasil-São Paulo- Fernandópolis	Sementes	Extrato aquoso	0,33±0,05=média de adultos atraídos após24h 1,50±0,21=número média de ovos após 48h.	Baldin <i>et al.</i> 2007.
		Folhas		0,25±0,04=média de adultos atraídos após24h 0,50±0,10=número média de ovos após 48h.	
<i>Trichila pallida</i> (Meliaceae)	Brasil-São Paulo- Piracicaba	Folhas		1,25±0,14=média de adultos atraídos após24h 0,91±0,16=número média de ovos após	

		Ramos	48h. 1,33±0,16=média de adultos atraídos após24h 1,58±0,16=número média de ovos após 48h.
<i>Chenopodium ambrosioides</i> (Chenopodiaceae)	Brasil-São Paulo-Fernandópolis	Folhas+ ramos+ inflorescência	1,50±0,17=média de adultos atraídos após24h 1,25±0,21=número média de ovos após 48h.
<i>Piper nigrum</i> (Piperaceae)		Sementes	1,17±0,06=média de adultos atraídos após24h 0,91±0,16=número média de ovos após 48h.
<i>Melia azedarach</i> (Meliaceae)		Folhas+ ramos	0,50±0,07=média de adultos atraídos após24h 1,16±0,16=número média de ovos após 48h.
<i>Ruta graveolens</i> (Rutaceae)		Folhas	0,83±0,10=média de adultos atraídos após24h 1,25±0,06=número média de ovos após 48h.
<i>Ricinus communis</i> (Euphorbiaceae)		Folhas+ramos	2,33±0,18=média de adultos atraídos após24h 0,50±0,10=número média de ovos após 48h.
<i>Mentha pulegium</i> (Lamiaceae)		Folhas	0,17±0,01=média de adultos atraídos após24h 1,00±0,19=número média de ovos após 48h.
<i>Tagetes erecta</i> (Asteraceae)		Folhas+ramos	1,40±0,10=média de adultos atraídos após24h 1,08±0,16=número média de ovos após 48h.

<i>Eucalyptus citriodora</i> (Myrtaceae)		Folhas		1,58±0,08=média de adultos atraídos após 24h 1,42±0,21=número média de ovos após 48h.	
<i>Cymbopogon nardus</i> (Poaceae)				1,50±0,09=média de adultos atraídos após 24h 2,83±0,22=número média de ovos após 48h.	
<i>Coriandrum sativum</i> (Apiaceae)				0,50±0,07=média de adultos atraídos após 24h 1,33±0,13=número média de ovos após 48h.	
<i>Lepidium sativum</i> (Brassicaceae)	Egito	Sementes e folhas	Extrato alcoólico e éter	Os diferentes extratos de semente e folha apresentaram potente efeito contra mosca-branca. Total de glucosinolato e glucotropaeolin apresentaram atividade contra praga e alta % de mortalidade em adultos.	Radwan <i>et al.</i> 2007.
<i>Lycopersicon sp.</i> (Solanaceae)	USA	Folhas	Extrato	20mg 2-tridecanona/mL de etanol causou 72% de mortalidade da mosca-branca. <i>Lycopersicon hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> (PI 134417 e LA 407) são fontes promissoras de 2-tridecanona e 2-undecanona, podendo ser usados no controle de <i>B. tabaci</i> .	Antonious & Snyder 2008.
<i>Strophantus hispidus</i> (Apocynaceae)	Burkina Faso (Oeste da África)	Folhas	Extratos: n-hexano; acetato de etil; Methanol	-	Georges <i>et al.</i> 2008.
<i>Securidaca longepedunculata</i> (polygalaceae)				54% de mortalidade em extrato de metanol, após 24h.	
<i>Sapium grahamii</i>				59% de mortalidade em extrato de	

(Euphorbiaceae)				acetato de etil, após 24h.	
<i>Swartzia madagascarensis</i>				83% de mortalidade em extrato de acetato de etil, após 24h.	
(Leguminosae)					
<i>Cassia nigricans</i>				-	
(Leguminosae)					
<i>Jatropha curcas</i>		Sementes		-	
(Euphorbiaceae)					
<i>Datura innoxia</i>				47% de mortalidade em extrato de metanol, após 24h.	
(Solanaceae)					
<i>Cassia nigricans</i>				Composto emodin: $Cl_{50}=5,05 \mu\text{g/mL}$; 100% e 91% de mortalidade foram para 12,5 e 3,125 $\mu\text{g/mL}$ após 72h.	
(Leguminosae)					
<i>Lycopersicon sp.</i>	Brasil	Folhas	Extrato	Santa clara + água (testemunha): Com chance de escolha: Após 48h, 58,80±24,00 e 44,40±32,27, número médio de ovos e ninfas de 3° e 4° instar, respectivamente. Sem chance de escolha: Após 48h, 42,20±19,23 e 31,60±19,86, número médio de ovos e ninfas de 3° e 4° instar, respectivamente.	Silva <i>et al.</i> 2008.
(Solanaceae)				Santa clara + acilaçúcar 01: Com chance de escolha: Após 48h, 33,40±9,24 e 38,20±17,51, número médio de ovos e ninfas de 3° e 4° instar, respectivamente. Sem chance de escolha: Após 48h, 25,40±22,74 e 39,00±29,18, número médio de ovos e ninfas de 3° e 4° instar, respectivamente.	
				Santa clara + acilaçúcar 02: Com chance de escolha: Após 48h, 44,80±22,82 e 35,40±18,81, número médio de ovos e	

*Lycopersicon
pennellii*
(Solanaceae)

ninfas de 3º e 4º instar, respectivamente.
Sem chance de escolha: Após 48h,
26,80±8,41 e 26,20±11,65, número
médio de ovos e ninfas de 3º e 4º instar,
respectivamente.

Santa clara + acilaçúcar 03: Com chance
de escolha: Após 48h, 19,60±17,95 e
22,20±8,26, número médio de ovos e
ninfas de 3º e 4º instar, respectivamente.
Sem chance de escolha: Após 48h,
14,20±5,26 e 22,80±8,90, número médio
de ovos e ninfas de 3º e 4º instar,
respectivamente.

Com chance de escolha: Após 48h,
0,00±0,00 e 0,00±0,00, número médio
de ovos e ninfas de 3º e 4º instar,
respectivamente.

Sem chance de escolha: Após 48h,
0,00±0,00 e 0,00±0,00, número médio
de ovos e ninfas de 3º e 4º instar,
respectivamente.

Quando esses produtos, obtidos a partir de diversas partes do vegetal são testados contra pragas agrícolas, os principais efeitos observados são: repelência, inibição da alimentação, inibição do crescimento, alterações no comportamento sexual, esterilização dos adultos, mortalidade na fase imatura ou adulta, entre outros. O uso destes produtos para o controle de pragas é bem promissor devido ao fato de serem biodegradáveis, em geral seletivos aos inimigos naturais, apresentarem baixa ou nenhuma toxicidade aos mamíferos, persistência no meio ambiente, além de possibilitar efeito neurotóxico no inseto (Azevedo *et al.* 2005).

O interesse em utilizar os produtos botânicos para o manejo de pragas vem aumentando nos últimos anos, estimando-se um crescimento anual na ordem de 10 a 15% (Isman 1997). Entre esses produtos botânicos, destacam-se os óleos essenciais. Esses óleos são geralmente constituídos por misturas complexas de hidrocarbonetos mono e sesquiterpênicos, podendo ter vários graus de oxidação e fenilpropanóides.

Devido a sua alta volatilidade, os óleos essenciais podem ser usados para o controle de pragas em ambientes fechados, como por exemplo, em casas de vegetação ou na preparação de formulações para serem utilizados em ambientes abertos (Aslan *et al.* 2004, Aslan *et al.* 2005).

Recentemente, estudos com óleos essenciais foram conduzidos com o intuito de se avaliar suas propriedades contra vários insetos, inclusive contra *B. tabaci* (Choi *et al.* 2005, Aslan *et al.* 2004, Aslan *et al.* 2005, Calmasur *et al.* 2006).

Entre as espécies que se caracterizam pela produção de óleos essenciais, destacam-se aquelas que constituem o gênero *Citrus*, pertencente à família Rutaceae. Esse gênero é composto por três grupos e numerosos híbridos naturais e cultivados, incluindo as frutas habitualmente designadas por espécies de *Citrus*, como a laranja, limão, e tangerina. As plantas cítricas foram introduzidas no Brasil pelas primeiras expedições colonizadoras, provavelmente na Bahia. Hoje, encontram-se espalhadas por todo o país.

A cultura dos *Citrus*, no Brasil, oferece para o mercado nacional e internacional, diversos produtos, desde a fruta *in natura*, passando pelos diversos tipos de sucos cítricos. A maioria dos óleos essenciais do pericarpo dos frutos possui como componente principal o monoterpeneo, limoneno, que é utilizado como matéria-prima para a obtenção de solventes, tintas, resinas e plásticos (Craveiro *et al.* 1981), além de fragrâncias e complemento para a ração animal (Boteon & Neves 2005).

O Brasil é o maior produtor mundial de óleo essencial de laranja e o quinto em óleo essencial de limão. Atualmente, na região metropolitana de Recife são comercializados frutos de seis espécies de *Citrus*: Limão taiti (*C. aurantifolia* Swingle), Limão siciliano (*C. limon* L. Burn), Tangerina cravo (*C. reticulata* Blanco), Tangerina murcot (*C. sinensis* x *C. reticulata*), Laranja pêra (*C. sinensis* L. Osberck) e Laranja lima (*C. aurantium* L. var. *lunata*) (Della Torre *et al.* 2003)

Os estados do nordeste atualmente apresentam os maiores impactos sócio-econômicos provenientes da *B. tabaci*, devido às condições favoráveis à praga como clima seco e quente. A hipótese a ser testada é que plantas aromáticas apresentam potencial inseticida sobre a *B. tabaci* biótipo B. Nessa linha de raciocínio é de se esperar que ocorram diferentes substâncias nos óleos essenciais de *Citrus* com propriedades biológicas e em particular com ação inseticida (Darokar *et al.* 1998).

Objetivando estabelecer uma nova prática de controle com baixa toxicidade para vertebrados e baixa persistência no meio ambiente, óleos essenciais extraídos de plantas têm sido amplamente testados como alternativa aos inseticidas sintéticos. É o caso de óleos essenciais de espécies de *Citrus* que têm sido reportados na literatura pelo potencial inseticida contra vários artrópodes (Isman 2000), particularmente de interesse na agricultura, medicina humana e

veterinária. No entanto, nenhum trabalho foi encontrado até o momento descrevendo a ação inseticida de óleos essenciais da casca dos frutos de espécies do gênero *Citrus* sobre *B. tabaci*.

Considerando os poucos trabalhos com óleos essenciais para o controle alternativo de *B. tabaci*, e ausência de resultados na literatura científica com óleo essencial de espécies de *Citrus*, o objetivo desse trabalho foi avaliar a ação inseticida de óleos essenciais das cascas de seis espécies de *Citrus* cultivadas no Nordeste brasileiro sobre *B. tabaci* biótipo B.

Literatura Citada

- Al-Azawi, A.E. 1965.** Preliminary report of the effect of some insecticides on cotton pests in Abu Ghiraib, Iraq. Bull. College Sci. 8: 115-123.
- Allemann, D.V., S. Ferguson, B. Minton & N. Ngo. 1997.** Fulfill (pymetrozine) a new approach to sucking insect control. Proceedings - Beltwide Cotton Conferences 2: 1093-1095.
- Antonious, G.F. & J.C. Snyder. 2008.** Tomato leaf crude extracts for insects and spider mite control. Tomatoes and Tomato Products 269-297.
- Asaff, A., C. Cerda-Garcia-Rojas & M. De la Torre. 2005.** Isolation of dipicolinic acid as an insecticidal toxin from *Paecilomyces fumosoroseus*. Appl. Microbiol. Cell Physiol. 68: 542-547.
- Ascher, K. R. S., M. Eliyahu, N. E. Nemny & I. Ishaaya. 1986.** The toxicity of synthetic pyrethroids and other insecticides and pesticides to *Spodoptera littoralis* (Boisd.), *Drosophila melanogaster* Meig. and *Bemisia tabaci* (Genn.). Pest Control. 28: 68-71.
- Aslan, İ., H. Özbek, Ö. Çalmasur & F. Şahin. 2004.** Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. Ind Crop Prod. 19: 167-173.
- Aslan, İ., K. Saban & Ö. Çalmasur. 2005.** Toxicity of the vapours of *Artemisia absinthium* essential oil to *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* (Genn.). Fresenius Environ. Bull. 14: 413-417.
- Ayad, F.A., M.I. El-Shehaby, S.M. Allam & N.M.A. Bakry. 1997.** Relative susceptibility of some field strains of *Bemisia tabaci* Genn. (Aleurodidae) to certain insecticides. Alexandria Sci Exch. 18: 277-286.

- Azevedo, F.R., J.A. Guimarães, R. Braga Sobrinho & M.A.A. Lima. 2005.** Eficiência de produtos naturais para o controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em meloeiro. Arq Inst Biol. 72: 73-79.
- Bacci, L., A.L.B. Crespo, T.L. Galvan, E.J.G. Pereira, M.C. Picanco, G.A. Silva & M. Chediak. 2007.** Toxicity of insecticides to the sweet potato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) and its natural enemies. Pest Manage Sci. 63: 699-706.
- Baldin, E.L.L, D.R. Souza, E.S. Souza & R.A. Beneduzzi. 2007.** Controle de mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. Horti Bras. 25: 602-606.
- Bingham, G., R.V. Gunning, K. Gorman, L.M. Field & G.D. Moores. 2007.** Temporal synergism by microencapsulation of piperonyl butoxide and α -cypermethrin overcomes insecticide resistance in crop pests. Pest Manage Sci. 63: 276-281.
- Bingham, G., R.V. Gunning, G. Delogu, V. Borzatta, L.M. Field & G.D. Moores. 2008.** Temporal synergism can enhance carbamate and neonicotinoid insecticidal activity against resistant crop pests. Pest Manage Sci. 64: 81-85.
- Bink-Moenen, R.M & L.A. Mound. 1990.** Whiteflies: diversity, byosystematics and evolutionary patterns. In: D. Gerling (ed.), Whiteflies: their Bionomics, Pests Status and Management. Winbome, Intercet. 1-12p.
- Blackburn, M. B., J.M. Domek, D.B. Gelman & J.S. Hu. 2005.** The broadly insecticidal *Photorhabdus luminescens* toxin complex a (Tca): activity against the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, and sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. J Insect Sci. 5. 32p.
- Bloch, G. & D. Wool. 1995.** Esterase activity in populations of the whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): heritability and associated organophosphorus insecticide resistance. Bull Entomol Res. 85: 11-19.
- Boteon, M. & E.M. Neves. 2005.** Citricultura Brasileira: Aspectos Econômicos. Campinas: Instituto Agrônômico/FUNDAG. 19-36p.
- Bouchelta, A., A. Boughdad & A. Blenzar. 2005.** Biocidal effects of alkaloids, saponins and flavonoids extracted from *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) on *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). Biotechnol Agron Soc Environ. 9: 259-269.
- Brown, J.K. & J. Bird. 1992.** Whitefly transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean Basin. Pl. Disease 76: 220-225.
- Brown, J.K., D.R. Frolich & R.C Rosell. 1995.** The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex. Annu. Rev. Entomol. 40: 511-534.
- Byrne, D.N. & T.S. Bellows Junior. 1991.** Whitefly biology. Annu. Rev. Entomol. 36: 431-457.

- Byrne, F.J. & A.L. Devonshire. 1991.** In vivo inhibition of esterase and acetylcholinesterase activities by profenofos treatments in the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.): implications for routine biochemical monitoring of these enzymes. *Pestic. Biochem. Physiol.* 40: 198-204.
- Byrne, F.J. & A.L. Devonshire. 1993.** Insensitive acetylcholinesterase and esterase polymorphism in susceptible and resistant populations of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.). *Pestic. Biochem. Physiol.* 45: 34-42.
- Byrne, F.J. & N.C. Toscano. 2002.** Evaluation of peracid activated organophosphates in studies of insecticide resistance conferred by insensitive acetylcholinesterases. *J Econ Entomol.* 95: 425-429.
- Calmasur, O., I. Aslan & F. Sahin. 2006.** Insecticidal and acaricidal effects of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Ind. Crop Prod.* 23: 140-146.
- Campos, Z. R., A.L. Boiça Jr, A.L. Lourenção & A.R. Campos. 2005.** Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura algodoeira. *Neotrop. Entomol.* 34: 823-827.
- Cavalcante, G.M, A.F.C. Moreira & S.D. Vasconcelos. 2006.** Potencial inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. *Pesqui. Agropec. Bras.* 4: 9-14.
- Choi, W-S., B-S. Park, Y-H. Lee, D.Y. Jang, H.Y. Yoon & S-E. Lee. 2005.** Fumigant toxicities of essential oils and monoterpenes against *Lycoriella mali* adults. *Crop Prot.* (in press).
- Chortyk, O.T., J.G. Pomonis & A.W. Johnson. 1996.** Syntheses and Characterizations of Insecticidal Sucrose Esters. *J. agric. Food Chem.* 44: 1551-1557.
- Chortyk, O.T., S.J. Kays & Q. Teng. 1997.** Characterization of Insecticidal Sugar Esters of Petunia. *J. Agric. Food Chem.* 45: 270-275.
- Costa, H.S., J.K. Brown, S. Sivasupramaniam & J. Bird. 1993.** Regional distribution, insecticide resistance, and reciprocal crosses between the 'A' and 'B' biotypes of *Bemisia tabaci*. *Insect Sci Appl.* 4: 127-138.
- Cottage, E.L.A. & R.V. Gunning. 2002.** Insect growth regulators inhibit acetylcholinesterase activity in B-biotype *Bemisia tabaci*. *BCPC Conference-Pest & Diseases* 2: 741-744.
- Craveiro A.A., A.G. Fernandes, C.H.S. Andrade, F.J.A. Matos, J.W. Alencar & M.I.L. Machado. 1981.** Óleos essenciais de plantas do Nordeste. Fortaleza: Editora UFC. 210p.

- Cudworth, D.P., V.B. Hegde, M.C.H. Yap, K.A. Guentenspberger, C.T. Hamilton, J.T. Pechacek, P.L. Johnson, S.J. Bis, F.E. Tisdell, J.E. Dripps, T.J. Bruce, L.P. Dintenfass, J.M. Gifford, L.L. Karr, M.K. Kempe, D.C. McCormick & J.R. Schoonover. 2007.** Structure-Activity relationship development of dihaloaryl triazole compounds as insecticides and acaricides. 1. Phenyl thiophen-2-yl triazoles. *J. Agric. Food Chem.* 55: 7517-7526.
- Darokar, M., P. Mathur, S. Dwivedi, R. Bhalla, S.P.S. Khanuja & S. Kumar. 1998.** Detection of antibacterial activity in the floral petals of some higher plants. *Curr. Sci. Columbus.* 75: 187-189.
- Della Torre, J.C de M., M.A. de B. Rodas, G.G. Badolato & C.C Tadini. 2003.** Perfil sensorial e aceitação de suco de laranja pasteurizado minimamente processado. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 23: 105-111.
- Elbert, A., A. Buchholz, U. Ebbinghaus-Kintscher, C. Erdelen, R. Nauen & H.-J. Schnorbach. 2001.** The biological profile of thiacloprid - a new chloronicotinyl insecticide. *Crop Prot. Business Group* 54: 185-208.
- Elbert, A., D. Ebbinghaus, L. de Maeyer, R. Nauen, S. Comparini, L. Pitta & R. Brinkmann. 2002.** Calypso, a new foliar insecticide for berry fruit. *Acta Hort.* 585: 337-341.
- El-Helaly, M.S., A.Y.E. El-Shazli & F.H. El-Gyar. 1971.** Morphological studies on immature stages of *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae). *Z Ang Entomol.* 68: 403-408.
- Erdogan, C., G.D. Moores, G. M. Oktay, K.J. Gorman, & I. Denholm. 2008.** Insecticide resistance and biotype status of populations of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from Turkey. *Crop Prot.* 27: 600-605.
- Flueckiger, C.R., R. Senn & H. Buholzer. 1992.** CGA 215944 - opportunities for use in vegetables. Brighton Crop Protection Conference-Pest & Diseases 3: 1187-1192.
- Gelman, D.B & D. Gerling. 2003.** Host plant pubescence: Effect on silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* fourth instar and pharate adult dimensions and ecdysteroid titer fluctuations. *J Insect Sci.* 3: 25.
- Georges, K., B. Jayaprakasam, S.S. Dalavoy & M.G. Nair. 2008.** Pest-managing activities of plant extracts and anthraquinones from *Cassia nigricans* from Burkina Faso. *Bior. Technol.* 99: 2037-2045.
- Gerling, D., O. Alomar & J. Arnó. 2001.** Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. *Crop Prot.* 20: 779-799.
- Gill, R.J. 1990.** The morphology of whiteflies, p. 13-46. In D. Gerling (ed.). *Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management.* Intercept, Andover, 348p.

- Haas, M. & J. Kuhnhold. 2007.** Field trials with O-TEQ products, in particular difficult-to-wet crops. *Pflanzens Nachricht. Bayer* 60: 59-70.
- Haji, F.N.P., M.A. de A. Mattos, J.A. de Alencar, F.R. Barbosa & A.N. Moreira. 2000.** Aspectos biológicos, danos e estratégias de controle da mosca branca. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA. 32p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 55).
- Henneberry, T.J. & S.J. Castle. 2001.** Bemisia: Pest Status, Economics, Biology and Population Dynamics. *Virus-Insect-Pl Interac.* 247-277p.
- Hilje, L. 1996.** Metodologia para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba: CATIE, Unidad de Fitoprotección, 133p.
- Horowitz, A.R. & I. Ishaaya. 1994.** Managing resistance to insect growth regulators in the sweetpotato whitefly (Homoptera: aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 87: 866–871.
- Hu, Q., X. An, F. Jin, S. Freed & S. Ren. 2009.** Toxicities of destruxins against *Bemisia tabaci* and its natural enemy, *Serangium japonicum*. *Toxicon* 53: 115-121.
- Huang, Z., S. Ren, J. Wu & T. Huang. 2008.** Effect of pesticides on infectious activity of *Paecilomyces fumosoroseus*. *Huanan Nongye Daxue Xuebao* 29: 16-20.
- Inoue, M. & S. Nakamura. 1999.** Lano Tape a novel formulation for whitefly control. *Sumitomo Kagaku* 1: 16-24.
- Inoue, M., S. Nakamura, H. Fujimoto & K. Kasamatsu. 2007.** Development of a novel insect control system, pyriproxyfen tape formulation. *Pharm. Tech. Japanese* 23: 518-523.
- Ishaaya, I., S. Kontsedalov & A.R. Horowitz. 2002.** Emamectin, a novel insecticide for controlling field crop pests. *Pest Manage. Sci.* 58: 1091-1095.
- Ishaaya, I., . Kontsedalov, & A.R. Horowitz. 2005.** Effect of the surfactant BB5 on the potency of thiamethoxam against the whitefly *Bemisia tabaci*. *Phytoparasitica* 33: 57-59.
- Isman, M.B. 1997.** Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. *Phytoparasitica* 25. 339-344p.
- Isman, M.B. 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* 19: 603-608.
- Kang, C.Y., G. Wu & T. Miyata. 2006.** Synergism of enzyme inhibitors and mechanisms of insecticide resistance in *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hom., Aleyrodidae). *J. Appl. Entomol.* 130: 377-385.
- Kartmann T., L. Witte, A. Ehmke, C. Theuring, M. Rowell-Rahier & J.M. Pasteels. 1997.** Selective sequestration and metabolism of plant derived pyrrolizidine alkaloids by chrysomelid leaf beetles. *Phytochemistry* 45: 489-497.

- Khambay, B.P.S., D. Batty, D.G. Beddie, I. Denholm & M.R. Cahill. 1997.** A new group of plant-derived naphthoquinone pesticides. *Pestic. Sci.* 50: 291-296.
- Khambay, B.P.S., D. Batty, P.J. Jewess, G.L. Bateman & D.W. Hollomon. 2003.** Mode of action and pesticidal activity of the natural product dunnione and of some analogues. *Pest Manage. Sci.* 59: 174-182.
- Kim, K.S., B.J. Chung & H.K. Kim. 2000.** DBI-3204: a new benzoylphenyl urea insecticide with a particular activity against whitefly. *BCPC Conference-Pest & Diseases 1*: 41-46.
- Kirk, A.A., L.A. Lacey, J.K. Brown, M.A. Ciomperlik, J.A. Goolsby, D.C. Vacek, L.E. Wendel & B. Napompeth. 2000.** Variation within the *Bemisia tabaci* s.l. species complex (Homoptera: Aleyrodidae) and its natural enemies leading to successful biological control of *Bemisia* biotype B in the USA. *Bull Entomol. Res.* 90:317–327.
- Koul O., M.B. Isman & C.M. Ketkar. 1990.** Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. *Can. J. Bot.* 68: 1-11.
- Lacerda, J.T. & R.A. Carvalho. 2008.** Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivírus em culturas econômicas. *Tecnol. Ciên. Agropec.* 2: 15-22.
- Lastra, R. 1993.** Las geminivírus: um grupo de fitovírus com características especiais. In: HILJE, L. ARBOLEDA, O. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y Caribe. Turrialba: CATIE. 26- 29p (CATIE. Informe Técnico, 205).
- Latheef, M.A., J.B. Carlton, I.W. Kirk & W.C. Hoffmann. 2009.** Aerial electrostatic-charged sprays for deposition and efficacy against sweet potato whitefly (*Bemisia tabaci*) on cotton. *Pest Manage. Sci.* 65: 744-752.
- Lewer, P., D.R. Hahn, L.L. Karr, D.O. Duebelbeis, O. Dennis, J.R. Gilbert, G.D. Crouse, T. Worden, T.C. Sparks, P. McKamey, R. Edwards & R. Graupner. 2009.** Discovery of the butenyl-spinosyn insecticides: Novel macrolides from the new bacterial strain *Saccharopolyspora pogona*. *Bioorg.Med. Chem.* 17: 4185-4196.
- Liang, P., J. Cui, X. Yang & X. Gao. 2007.** Effects of host plants on insecticide susceptibility and carboxylesterase activity in *Bemisia tabaci* biotype B and greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*. *Pest Manage. Sci.* 63: 365-371.
- Lopez-Avila, A. 1986.** Taxonomy and biology. 3-12p. In M.J.W. Cook (ed), *Bemisia tabaci*: A literature survey on the cotton whitefly an annotated bibliography. FAO and Institute of Biological Control, 121p.
- Lourenção, A.L & H. Nagai. 1994.** Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. *Bragantia* 53: 53-59.
- Mark, S. H. 1999.** The Biology and Management of Silverleaf Whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Homoptera: Aleyrodidae) on Greenhouse Grown Ornamentals.

Department of Entomology, University of California.
(<http://www.biocontrol.ucr.edu/bemisia.html#hist>).

- Martin, J. H. 1987.** An identification guide to common whitefly pest species of the world (Homoptera: Aleyrodidae). *Trop. Pest Manage.* 33: 298-322.
- McKenzie, C.L., A.A. Weathersbee & G.J. Puterka. 2005.** Toxicity of sucrose octanoate to egg, nymphal, and adult *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) using a novel plant-based bioassay. *J. Econ. Entomol.* 98: 1242-1247.
- Merriam, T.L., S.E. Burkart, C. Von Maltzahn, N. Kyomura, T. Fukuchi, Y. Kohyama & S. Motojima. 1990.** Field evaluation of AC 801757 (MK 239) acaricide. *Crop Prot.* 1: 63-9.
- Mitina, G.V., S.V. Sokornova & V.A. Pavlyushin. 2002.** Extraction and study of insecticidal phospholipids from entomopathogenic fungus *Lecanicillium lecanii*. *Mikol. Fitopatol.* 36: 53-59.
- Morton, N., J.E. Byrne, O. Vigil, R. Rodrigues, A. Rodrigues, G. Cabezas & G.W. Allen. 1986.** PP 321: a new insecticide for boll weevil control. *Crop Prot. Conference-Pests and Diseases 1*: 137-44.
- Mou, S., P. Liang & X. Gao. 2006.** Effects of quercetin on specific activities of carboxylesterase and glutathione S-transferase in *Bemisia tabaci*. *Kunchong Zhishi* 43: 491-495.
- Mound, L.A & S.H. Halsey. 1978.** Whiteflies of the world. New York, J. Wiley, 340p.
- Mullins, J.W. & C.E. Engle. 1993.** Imidacloprid (BAY NTN 33893): a novel chemistry for sweetpotato whitefly control in cotton. *Proceedings-Beltwide Cotton Conferences 2*: 719-720.
- Naranjo, S.E. 2005.** Long-term assessment of the effects of transgenic Bt cotton on the function of the natural enemy community. *Environ Entomol.* 34: 1211-1223.
- Nauen, R., P. Bielza, I. Denholm & K. Gorman. 2008.** Age-specific expression of resistance to a neonicotinoid insecticide in the whitefly *Bemisia tabaci*. *Pest Manage, Sci.* 64: 1106-1110.
- Nauen, R., T. Bretschneider, E. Brueck, A. Elbert, U. Reckmann, U. Wachendorff & R. Tiemann. 2002.** BSN 2060: a novel compound for whitefly and spider mite control. *BCPC Conference-Pest & Diseases 1*: 39-44.
- Neal, J.W.Jr., J.G. Buta, G.W. Pittarelli, W.R. Lusby & J. Bentz. 1994.** Novel sucrose esters from *Nicotiana glauca*: Effective biorationals against selected horticultural insect pests. *J Econ Entomol.* 87: 1600-1607.
- Palumbo, J.C, A.R. Horowitz & N. Prabhaker. 2001.** Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.* 20: 739-765.

- Pareek, B.L. & A. Noor. 1979.** Field evaluation of some insecticides against sucking pests of potato. *Entomon.* 4: 133-136.
- Prabhaker, N., N.C. Toscano & D.L. Coudriet. 1989.** Susceptibility of the immature and adult stage of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to selected insecticides. *J. Econ Entomol.* 82: 983–988.
- Prates, H.T., J.P. Santos, J.M. Waquil, A.B. Oliveira & J.E. Foster. 1998.** Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* F. and *Trobolium castaneum* Herbst. *J. Stored Prod. Res.* 34: 243-249.
- Radwan, H. M., M.M. El-Missiry, W.M. Al-Said, K.A. Abdel Shafeek, M.M. Seif-El-Nasr & A.S. Ismail. 2006.** The lipid and flavonoidal constituents of *Lepidium sativum* (L.) growing in Egypt and their biological activity. *Bull. Natl. Res. Centre* 31: 369-384.
- Radwan, H.M., M.M. El-Missiry, W.M. Al-Said, A.S. Ismail, K.A. Abdel Shafeek & M.M. Seif-El-Nasr. 2007.** Investigations on the glucosinolates of *Lepidium sativum* growing in Egypt and their biological activity. *Bull. Natll. Res. Centre* 32: 459-472.
- Rauch, N. & R. Nauen. 2003.** Identification of biochemical markers linked to neonicotinoid cross resistance in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Arch of Insect Biochem Physiol.* 54: 165-176.
- Renou, A. & J. Aspirot. 1985.** Considerations on the use of pyrethroids on cotton in Chad. *Coton Fibres Tropicales* 39: 101-16.
- Richter, E., R. Albert, B. Jaeckel & D. Leopold. 2003.** *Encarsia formosa* - a parasitoid for biological control under the influence of insecticides and changing hosts. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 55: 161-172.
- Rombach, M.C. & A.T Gillespie. 1988.** Entomogenous Hyphomycetes for insect and mite control on greenhouse crops. *Biocontrol News Inf.* 9: 7-18.
- Saad, A.F.S.A., A. El-Sebae & I.M. F. Sharaf. 1981.** AC 222,705, a broad-spectrum pyrethroid insecticide: performance in Egypt. *British Crop Prot Conference-Pest & Diseases* 11: 381-388.
- Shchukin, A. & D. Wool. 1994.** Pyrethroid resistance and esterase activity in selected laboratory populations of sweet potato whiteflies *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Entomol.* 91: 285-95.
- Shen, B., S. Ren, J. Wu & Z. Qin. 2005.** Toxicities of several important insecticides to *Bemisia tabaci*. *Jiangxi Nongye Daxue Xuebao* 27: 670-673.

- Silva, V. de F., M. das G. Cardoso, J. Campos de Moraes, F. A. Pimentel, L.D. Gonçalves & D.K.P. Neri. 2008.** Characterization and evaluation of synthetic acylsugar on the behavior of the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1886) b biotype (Hemiptera: aleyrodidae) in tomato plants. *Ciênc Agrotec.* 32: 1408-1412.
- Song, X., S. Qi, H. Yuan, M. Ji & X. Chen. 2006.** An in vivo micro-bioassay for toxicity to *Bemisia tabaci* adult. *Kunchong Zhishi.* 43: 877-879.
- Song, X., H. Yuan, S. Qi, M. Ji, S. Pang & Z. Qiu. 2007.** Toxicities of 7 insecticides to *Bemisia tabaci* adults in greenhouse. *Nongyao Kexue Yu Guanli.* 28: 13-15.
- Souza, A.P de & J.D. Vendramim. 2001.** Atividade inseticida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotrop. Entomol.* 30: 133-137.
- Torres, J.B., C.S.A. Silva-Torres & J. R. Ruberson. 2003.** Relative effects of the insecticide thiamethoxam (Actar) on the predator *Podisus nigrispinus* and the tobacco whitefly in nectaried and nectariless cotton. *Proceedings - Beltwide Cotton Conferences.* 1202-1207p.
- Ujvary, I., G. Matolcsy, I. Belai, F. Szurdoki, K. Bauer, L. Varjas & K.J. Kramer. 1996.** Projuvenoids: synthesis and biological evaluation of sulfenylated, sulfinylated, and sulfonylated carbamates. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 32: 659-669.
- Vadodaria, M.P., C.J. Patel, R.B. Patel, I.M. Maisuria & U.G. Patel. 2001.** Imidacloprid (Gaicho) a new seed dresser against early sucking pests of cotton. *Gujarat Agri University Res. J.* 26: 32-38.
- Villas Bôas, G.L., F.H. França, A.C. Ávila & I.C. Bezerra. 1997.** Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasília, Embrapa CNPH, Cir. Téc. 9, 12p.
- Wei, S., Y. Semel, B. Bravdo, H. Czosnek & O. Shoseyov. 2007.** Expression and subcellular compartmentation of *Aspergillus niger* β -glucosidase in transgenic tobacco result in an increased insecticidal activity on whiteflies (*Bemisia tabaci*). *Pl. Sci.* 172: 1175-1181.
- Wiesbrook, M.L. 2004.** Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? *Illinois Pesticide Review, Urbana,* 17.
- Wool, D. & S. Greenberg. 1990.** Esterase activity in whiteflies (*Bemisia tabaci*) in Israel in relation to insecticide resistance. *Entomol. Exp. appl.* 57: 251-258.
- Wu, G., T. Miyata, C.Y. Kang & L.H. Xie. 2007.** Insecticide toxicity and synergism by enzyme inhibitors in 18 species of pest insect and natural enemies in crucifer vegetable crops. *Pest Manage. Sci.* 63: 500-510.
- Zhang, A., D. Song, X. Shi, P. Liang & X. Gao. 2008.** Effects of three allelochemicals on carboxylesterase activity and its susceptibility to insecticides in *Bemisia tabaci* biotype B. *Nongyaoxue Xuebao* 10: 292-296.

CAPÍTULO 2

ATIVIDADE INSETICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DA CASCA DE SEIS ESPÉCIES DE *Citrus* SOBRE *Bemisia tabaci* (GENN., 1889) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)¹

NICOLLE DE C. RIBEIRO¹, CLÁUDIO A. G. DA CÂMARA² E HERBERT A. A. SIQUEIRA¹

¹Departamento de Agronomia – Entomologia Agrícola, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n,
Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

²Departamento de Química – Produtos Naturais, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois
Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

¹Ribeiro, N.C., C.A.G. Câmara, & H.A.A. Siqueira. Atividade inseticida do óleo essencial da casca de seis espécies de *Citrus* sobre *Bemisia tabaci* (Genn., 1889) biótipo b (Hemiptera: Aleyrodidae). A ser submetido a Bioresource Technology.

RESUMO – *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) denominada de mosca-branca é uma importante praga de grande expressão na agricultura mundial. No estado de Pernambuco, a incidência desse artrópode tem acarretado inúmeras perdas agrícolas. Objetivando minimizar o uso de inseticidas convencionais, alternativas de controle com inseticidas botânicos, a partir de óleos essenciais obtidos de várias espécies botânicas têm sido amplamente investigados. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi investigar o potencial inseticida de óleos essenciais da casca do fruto de seis espécies de *Citrus*, cultivados em Santana do Mundaú – AL, sobre *B. tabaci*. Os bioensaios foram conduzidos nos laboratórios de Produtos Naturais Bioativos e Biologia de Insetos da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Realizou-se teste de fumigação para avaliar a mortalidade de adultos e a oviposição de *B. tabaci*. O rendimento desses óleos variou de 0,37% para a espécie *C. aurantium* e 2,04% observado para *C. reticulata*. O óleo de *C. limon* promoveu 97% de mortalidade dos adultos na concentração de 4,5µL/L de ar. Os valores das CL₅₀ dos óleos de *Citrus* e eugenol variaram de 0,20 a 5,80µL/L de ar. As concentrações mínimas de óleos testados para promover a oviposição foram: 1,0; 3,0; 3,5; 3,7 e 7,0µL/L de ar dos óleos de *C. reticulata*, *C. sinensis* x *C. reticulata*, *C. aurantium*, *C. limon* e *C. sinensis*, respectivamente. Diante desses resultados, a utilização de óleos essenciais do gênero *Citrus* torna-se um controle possível devido a seu potencial inseticida comprovado.

PALAVRAS-CHAVE: Controle alternativo, inseticida botânico, Rutaceae, mosca-branca

INSECTICIDE ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL OF THE PEEL OF SIX
SPECIES OF *Citrus* ON *Bemisia tabaci* (GENN., 1889) BIOTYPE B
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)¹

ABSTRACT – *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) denominated of whitefly it is an important pest of great expression in the world agriculture. In the state of Pernambuco, the incidence of that arthropod has been carting countless agricultural losses. Objectifying to minimize the use of conventional insecticides, control alternatives with botanical insecticides, starting from obtained essential oils of several botanical species have been investigated largely. In that context, the objective of that work went investigate the potential insecticide of essential oils of the peel of the fruit of six species of *Citrus*, cultivated in Santana of Mundaú - AL, on *B. tabaci*. The experiment was driven in the laboratories of Produtos Naturais Bioativos and Biologia de Insetos of the Universidade Federal de Pernambuco. The took place it tests of fumigation to evaluate the adults' mortality and oviposition deterrence of *B. tabaci*. The revenue of those oils varied of 0.37% for the species *C. aurantium* and 2.04% observed for *C. reticulata*. The oil of *C. limon* promoted 97% of the adults' mortality in the concentration of 4.5µL/L of air. The values of the CL₅₀ of the oils of *Citrus* and eugenol varied of 0.20 to 5.80 µL/L of air. The minimum concentrations of oil tested to promote the oviposition deterrence were: 1.0; 3.0; 3.5; 3.7 and 7.0µL/L of air of the oils of *C. reticulata*, *C. sinensis* x *C. reticulata*, *C. aurantium*, *C. limon* and *C. sinensis*, respectively. Before of those results, the use of essential oils of the genus *Citrus* becomes a possible control due to its proven insecticide potential.

KEY WORDS: Alternative control, botanical insecticide, Rutaceae, whitefly

Introdução

Atualmente, a mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) é apontada como uma das principais pragas de hortaliças, fruteiras e plantas ornamentais. Essa praga ocorre em todo o território brasileiro, atacando uma grande variedade de plantas hospedeiras. Desde o início dos cultivos irrigados no município de Petrolina, região sul do estado de Pernambuco, essa praga tem causado grandes prejuízos na produção local dessas culturas (Lima & Haji 1998).

A espécie *B. tabaci* possui dezenas de biótipos, dentre as quais dois se destacam quanto à importância agrícola, ou seja, biótipo A e B. Este último se caracteriza pelo tipo biológico distinto baseado em sua grande gama de descendentes, alto sucesso reprodutivo e habilidade de provocar, principalmente em culturas de tomate e abóbora, anomalias fisiológicas e capacidade de desenvolver resistência aos inseticidas em um espaço de tempo muito curto (Costa *et al.* 1993 e Kirk *et al.* 2000). Além de promover resistência, o uso continuado desses inseticidas está associado com resíduos que são danosos para o consumo e o meio ambiente (Lamiri *et al.* 2001).

O interesse em utilizar produtos botânicos para o manejo de pragas vem aumentando nos últimos anos, estimando-se um crescimento anual na ordem de 10 a 15% (Isman 1997). Entre esses produtos botânicos, destacam-se os óleos essenciais. Esses óleos são geralmente constituídos por misturas complexas de hidrocarbonetos mono e sesquiterpênicos, podendo ter vários graus de oxidação e fenilpropanóides.

Devido a sua alta volatilidade, os óleos essenciais podem ser usados para o controle de pragas em ambientes fechados, como por exemplo, em casas de vegetação ou na preparação de formulações para serem utilizados em ambientes abertos (Aslan *et al.* 2004, Aslan *et al.* 2005).

Recentemente, estudos com óleos essenciais foram conduzidos com o intuito de se avaliar suas propriedades contra vários insetos, inclusive contra *B. tabaci* (Choi *et al.* 2005, Aslan *et al.*

2004, Aslan *et al.* 2005, Calmasur *et al.* 2006). Porém, nenhum destes fez uso de óleos extraídos de espécies do gênero *Citrus* (Rutaceae).

Entre as espécies que se caracterizam pela produção de óleos essenciais, destacam-se aquelas que constituem o gênero *Citrus*. Esse gênero é composto por três espécies e numerosos híbridos naturais e cultivados, incluindo as frutas habitualmente designadas por citrinos, como a laranja, limão, e tangerina.

Objetivando estabelecer uma prática de controle com baixa toxicidade em mamíferos, baixa persistência no meio ambiente e seletivo aos inimigos naturais, os óleos essenciais extraídos de plantas têm sido amplamente testados como alternativa a esses inseticidas sintéticos. É o caso de óleos essenciais de espécies de *Citrus* que têm sido reportados na literatura pelo potencial inseticida contra vários artrópodes, particularmente, de interesse na agricultura, medicina humana e veterinária (Isman 2000). No entanto, nenhum trabalho foi encontrado até o momento descrevendo a ação inseticida de óleos essenciais da casca dos frutos de espécies do gênero *Citrus* sobre *B. tabaci*.

Considerando os poucos trabalhos com óleos essenciais para o controle alternativo de *B. tabaci*, e ausência de resultados na literatura científica com óleo essencial de espécies de *Citrus*, o objetivo desse trabalho foi investigar o potencial inseticida de óleos essenciais da casca do fruto de seis espécies de *Citrus*, cultivados em Santana do Mundaú, Alagoas–AL sobre *B. tabaci* biótipo B.

Material e Métodos

A parte experimental desse trabalho foi conduzida nos laboratórios de Produtos Naturais Bioativos do Departamento de Química e Biologia de Insetos do Departamento de Agronomia, ambos da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Material vegetal. As espécies do gênero *Citrus* selecionadas para extração do óleo essencial foram: *C. aurantifolia* Tanaka (Limão taiti), *C. limon* L. Burm f. (Limão siciliano), *C. reticulata* Blanco (Tangerina cravo), *C. sinensis* Osbeck x *C. reticulata* Blanco (Tangerina murcot), *C. sinensis* L. Osbeck (Laranja pêra) e *C. aurantium* L. var. Lumia (Laranja lima). Frutos maduros foram coletados no Sítio Cigarra, no município de Santana do Mundaú Alagoas-AL, em maio de 2008. As espécies foram identificadas pela Dra. Suzene Izidio da Silva do Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Uma exsicata de cada espécie foi depositada no Herbário Vasconcelos Sobrinho da UFRPE sob os números: 48734, (*C. aurantifolia*); 48736, (*C. limon*); 48738, (*C. reticulata*); 48740, (*C. sinensis* x *C. reticulata*); 48735, (*C. sinensis*) e 48739, (*C. aurantium*).

Isolamento dos óleos essenciais. Os óleos essenciais a partir das cascas dos frutos de cada espécie (100g) foram separadamente obtidos utilizando um aparelho de Cleavenger modificado através da técnica de hidrodestilação por 2 horas. Os óleos inicialmente obtidos foram separados por diferença de densidade da água, secos em sulfato de sódio anidro, estocados em vidros âmbar hermeticamente fechados e mantidos sob refrigeração a +5°C antes de serem submetidos aos bioensaios. O rendimento dos óleos foi expresso em percentagem (g/100g do material vegetal fresco).

Criação de *Bemisia tabaci* biótipo B. População do inseto, a partir de folhas infestadas com pupas, devidamente identificadas como *B. tabaci* biótipo B, foi solicitada ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em São Paulo. As folhas infestadas com diferentes estágios de vida do inseto foram acondicionadas com plantas de feijão (cultivar carioca) *Phaseolus vulgaris* em ambiente de casa de vegetação do Departamento de Agronomia da UFRPE. Semeaduras de feijão *P. vulgaris* foram realizadas frequentemente para manutenção da criação estoque, e sempre que necessário antecedendo a senescência das mesmas, sendo utilizadas também as plantas para o

desenvolvimento dos bioensaios de fumigação. As adubações foram realizadas de acordo com a recomendação da cultura.

Bioensaios de fumigação. O método de fumigação usado nos experimentos foi o mesmo estabelecido por Aslan *et al.* (2004) com modificações. Recipientes de vidro com capacidade de 1,0L foram utilizados como câmaras de fumigação. Folíolos de feijão cultivar carioca de 25 a 40 dias após a semeadura foram utilizados como planta hospedeira da mosca-branca. Para manter a turgidez, esses folíolos foram inseridos em frascos de penicilina (5 cm altura) com algodão levemente umedecido com água destilada, em seguida, esse sistema foi acondicionado na câmara de fumigação. Com o intuito de se evitar o contato direto dos insetos com o suporte do óleo, a câmara de fumigação foi envolvida por *voil*. Com o auxílio de um aspirador adaptado, cerca de 15 casais de mosca-branca foram colocados na câmara de fumigação. Na parte inferior central da tampa da câmara de fumigação fixou-se uma tira de papel de filtro (5x2cm) que serviu como suporte do óleo a ser testado. Nesse suporte foram adicionadas com auxílio de uma pipeta automática as diferentes concentrações do óleo de *Citrus* e do controle positivo (eugenol), que variaram entre 0,1 a 9,0 μ L/ L de ar. Como inseticida sintético de referência, a fosfina foi usada na concentração de 0,006g/L, correspondendo à dose de campo recomendada. No tratamento controle nada foi aplicado. Logo em seguida à aplicação do óleo, a câmara de fumigação foi devidamente vedada. Para cada concentração realizaram-se três replicatas, totalizando três repetições. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e dois controles positivos (natural e sintético). Os insetos considerados mortos apresentaram incapacidade de reagir à ação de um leve toque com o pincel. Os insetos foram expostos aos vapores de óleos por 24 horas após a montagem do bioensaio onde foram contabilizados os dados de mortalidade e a deterrência de oviposição.

Análise estatística. Os dados de mortalidade de *B. tabaci* biótipo B, para cada óleo testado foram ajustados pela fórmula de Abbott's (Abbott 1925). Os dados de deterrência de oviposição foram submetidos à transformação $(\sqrt{x+0,5})$. Após atenderem os testes de normalidade e homogeneidade de variância (Proc univariate e GLM), os dados de mortalidade e de deterrência de oviposição foram submetidos à ANOVA. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($P=0,05$), utilizando o software SAS (versão 9.0) (SAS Institute 2002). Para obtenção dos valores das concentrações letais 50 e 90% (CL_{50} , CL_{90}) dos óleos de *Citrus* realizaram-se as análises de PROBIT, utilizando o software POLO-PC, estimando posteriormente o estudo de regressão de acordo com as concentrações de cada óleo verificado. As razões de toxicidade e seus intervalos de confiança a 95% foram calculados segundo método descrito por Robertson & Preisler (1992), sendo a razão de toxicidade considerada significativa quando o intervalo de confiança não incluía o valor 1,0.

Resultados e Discussão

Os rendimentos dos óleos essenciais das cascas das espécies de *Citrus* testados são apresentados na Tabela 1. O rendimento desses óleos obtidos através da técnica de hidrodestilação revelou uma variação de 0,37% a 2,04%, sendo que o menor e o maior rendimento foram observados para as espécies *C. aurantium* e *C. reticulata*, respectivamente.

Os vapores dos óleos essenciais das seis espécies de *Citrus*, bem como o controle positivo, eugenol foram tóxicos aos adultos de *B. tabaci* (Figura 1). Como esperado, o inseticida sintético (fosfina) usado como referência provocou 100% de mortalidade dos adultos de mosca-branca na concentração recomendada de campo. Quanto ao controle positivo, eugenol, esse inseticida natural foi o mais tóxico na menor concentração, quando comparadas com as concentrações utilizadas para os óleos de *Citrus*, ou seja, o eugenol na concentração de 1,0 μ L/L de ar promoveu

100% de mortalidade de adultos, enquanto que o óleo de *Citrus* que se revelou mais ativo, limão siciliano (*C. limon*), promoveu 97% de mortalidade na concentração de 4,5µL/L de ar.

Os resultados apresentados na Figura 1 mostram que a mortalidade de mosca-branca para os diferentes óleos testados variou de acordo com a origem da espécie botânica que se extraiu o óleo essencial. Com base ainda na Figura 1, observa-se que os adultos de *B. tabaci* foram mais sensíveis aos óleos pertencentes ao grupo dos limões, quando comparado com os resultados de mortalidade dos grupos das laranjas e tangerinas. As menores concentrações dos óleos de *Citrus* testados, que promoveram mortalidades próximas a 100% foram observadas para os óleos do grupo dos limões: siciliano com 4,5µL/L de ar e taiti com 5,0µL/L de ar.

Os resultados da análise de Probit para a obtenção dos valores das CL_{50} e CL_{90} para os bioensaios de fumigação sobre *B. tabaci* são mostrados na Tabela 2. Os valores das CL_{50} dos óleos de *Citrus* e o eugenol variaram de 0,20 a 5,80µL/L de ar. Esses resultados mostram que o eugenol foi o mais tóxico quando comparado com os óleos de *Citrus*, com exceção do óleo de limão taiti (*C. arantifolia*), cuja CL_{50} foi estimada em 0,70µL/L de ar, mas não diferiu estatisticamente do valor estimado da CL_{50} para o eugenol (0,20µL/L de ar) (Tabela 2). Considerando os intervalos de confiança dessas CL_{50} , apenas as CL_{50} dos óleos do grupo das tangerinas diferiram estatisticamente entre si.

Quanto à toxicidade dos óleos testados, levando em consideração o efeito do eugenol, que apresentou menor CL_{50} , observou-se que as razões de toxicidade (RT) à mosca-branca variaram de 0,03 a 0,29 vezes. Dos óleos de *Citrus* testados, cinco apresentaram RT_{50} significativa, uma vez que o intervalo de confiança não incluía o valor 1,0 (Tabela 2).

As curvas de concentração-mortalidade para os óleos de *Citrus* e eugenol são mostrados na Figura 2. Os dados sugerem que para valores maiores da inclinação da reta, elevada homogeneidade de resposta é observada para os óleos testados. Ou seja, esse fato foi registrado

para a inclinação da reta obtida para o óleo de tangerina murcot (*C. sinensis* x *C. reticulata* e laranja lima (*C. aurantium*).

Os poucos trabalhos encontrados na literatura utilizando óleos essenciais para o controle de mosca-branca, limitou-se a espécies da família Lamiaceae, com exceção da *Artemisia absinthium*, que pertence à família Compositae. Por outro lado, vários trabalhos foram encontrados avaliando a ação de extratos vegetais, aquoso e orgânico, de espécies pertencentes a um número maior de famílias. Entre estas famílias destacam-se as Solanaceae, Leguminosae, Meliaceae e Euphorbiaceae (Jacobson 1989). Entretanto, uma comparação direta entre os resultados reportados na literatura para os efeitos de extratos vegetais sobre a mosca-branca e os resultados obtidos nesse trabalho para os óleos essenciais não é possível devido à diferença da natureza química das matrizes vegetais (extratos e óleos), bem como as distintas abordagens metodológicas e de avaliação utilizadas pelos diferentes autores.

A literatura relata a ação de óleos essenciais sobre *B. tabaci* para seis espécies da família Lamiaceae, *Satureja hortensis*, *Ocimum basilicum*, *Thymus vulgaris*, *Micromeria fruticosa*, *Nepeta racemosa* e *Origanum vulgare* (Aslan *et al.* 2004, Calmasur *et al.* 2006) e uma da família Compositae, *Artemisia absinthium* (Aslan *et al.* 2005). Ensaio de fumigação como o óleo essencial dessas espécies mostraram que o mais tóxico para a mosca-branca foi *S. hortensis*, o qual promoveu 100% de mortalidade em 96h de exposição na concentração de 3,125µL/L de ar. Comparando esse resultado com os obtidos para os óleos de *Citrus* do grupo dos limões, observou-se que esses óleos promoveram mortalidade maior que 95% em uma concentração de 4,5 e 5,0µL/L de ar para os óleos de *C. limon* (limão siciliano) e *C. aurantifolia* (limão taiti), respectivamente. Porém, com menor tempo de exposição, ou seja, 24h para os óleos de *Citrus* e 96h para o óleo de *S. hortensis* (Figura 1). Os resultados apresentados até o momento sugerem

que os óleos de *Citrus*, em especial os do grupo dos limões têm potencial para serem usados no controle de *B. tabaci*, mas novas investigações devem ser feitas objetivando os custos e benefícios desses óleos.

Outro parâmetro estudado com relação à atividade inseticida dos óleos de *Citrus*, dos grupos das laranjas, limões e tangerinas foi o de deterrência de oviposição. Na Figura 3 são mostradas as médias de ovos, quando adultos de *B. tabaci* foram expostos aos vapores dos respectivos óleos por um período de 24h.

De acordo com a Figura 3, apenas os óleos de limão taiti e o eugenol não diferiram estatisticamente do controle. De mesmo modo, a fosfina usada como inseticida de referência, diferiu estatisticamente da testemunha, com exceção do óleo do limão taiti (*C. aurantifolia*). Considerando os dados de oviposição, observaram-se que as concentrações mínimas de óleo testado para promover a deterrência de oviposição foram: 1,0; 3,0; 3,5; 3,7 e 7,0 μ L/L de ar do óleo de tangerina cravo, tangerina murcot, laranja lima, limão siciliano e laranja pêra, respectivamente. Esses resultados sugerem que adultos de mosca-branca quando submetidos, por 24h, aos vapores dos óleos de *Citrus* não cessam de ovipositar, mas reduzem drasticamente a postura, com exceção do óleo de limão taiti (*C. aurantifolia*).

Dessa forma, esses resultados sugerem que os óleos essenciais de *Citrus* apresentam promissor potencial inseticida para o controle de *B. tabaci*, e pode ainda, ser associado com as práticas de manejo integrado de pragas. Contudo, novos estudos devem ser realizados, no intuito de validar tais resultados, levando em consideração o custo e benefícios no uso desses óleos e na preparação de formulações para serem aplicados em ambientes abertos.

Agradecimentos

Aos estagiários do LPNBIO pelo auxílio na obtenção dos óleos essenciais. Ao CNPq pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

Literatura Citada

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.

Aslan, İ., H. Özbek, Ö. Çalmasur & F. Şahin. 2004. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Ind. Crop Prod.* 19: 167-173.

Aslan, İ., K. Saban & Ö. Çalmasur. 2005. Toxicity of the vapours of *Artemisia absinthium* essential oil to *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* (Genn.). *Fresenius Environ. Bull.* 14: 413-417.

Calmasur, O., I. Aslan & F. Sahin. 2006. Insecticidal and acaricidal effects of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Ind Crop Prod.* 23: 140-146.

Choi, W-S., B-S. Park, Y-H. Lee, D.Y. Jang, H.Y. Yoon & S-E. Lee. 2005. Fumigant toxicities of essential oils and monoterpenes against *Lycoriella mali* adults. *Crop Prot.* (in press).

Costa, H.S., J.K. Brown, S. Sivasupramaniam & J. Bird. 1993. Regional distribution, insecticide resistance, and reciprocal crosses between the 'A' and 'B' biotypes of *Bemisia tabaci*. *Insect Sci. Appl.* 4: 127-138.

Isman, M.B. 1997. Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. *Phytoparasitica* 25: 339-344.

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

Jacobson, N.M. 1989. Botanical pesticides (past, present and future). *Annu. Chem. Soc.* 213 p.

- Kirk, A.A., L.A. Lacey, J.K. Brown, M.A. Ciomperlik, J.A. Goolsby, D.C. Vacek, L.E. Wendel & B. Napompeth. 2000.** Variation within the *Bemisia tabaci* s.l. species complex (Hemiptera: Aleyrodidae) and its natural enemies leading to successful biological control of *Bemisia* biotype B in the USA. *Bull. Entomol. Res.* 90:317–327.
- Lamiri, A., S. Lhaloui, B. Benjilali & M. Berrada. 2001.** Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say). *Field Crop Res.* 71:9-15.
- Lima, M.F & F.N.P Haji. 1998.** Mosca branca x geminivírus em tomate no Submédio do Vale do Rio São Francisco. *Hortic. Bras. Nota informativa.*
- Robertson, J.L. & H.K. Preisler. 1992.** Pesticide bioassays with arthropods. California, CRC Press, 127p.
- SAS Institute. 2002.** SAS User's Guide: Statistics, Version 9.0, 7th ed. SAS Institute, Cary, NC.

Tabela 1. Rendimentos (%) dos óleos essenciais das cascas das espécies de

Citrus

Espécie	Casca
Limão taiti (<i>C. aurantifolia</i>)	0,49
Limão siciliano (<i>C. limon</i>)	0,85
Tangerina cravo (<i>C. reticulata</i>)	2,04
Tangerina murcot (<i>C. sinensis</i> x <i>C. reticulata</i>)	1,37
Laranja pêra (<i>C. sinensis</i>)	0,42
Laranja lima (<i>C. aurantium</i>)	0,37

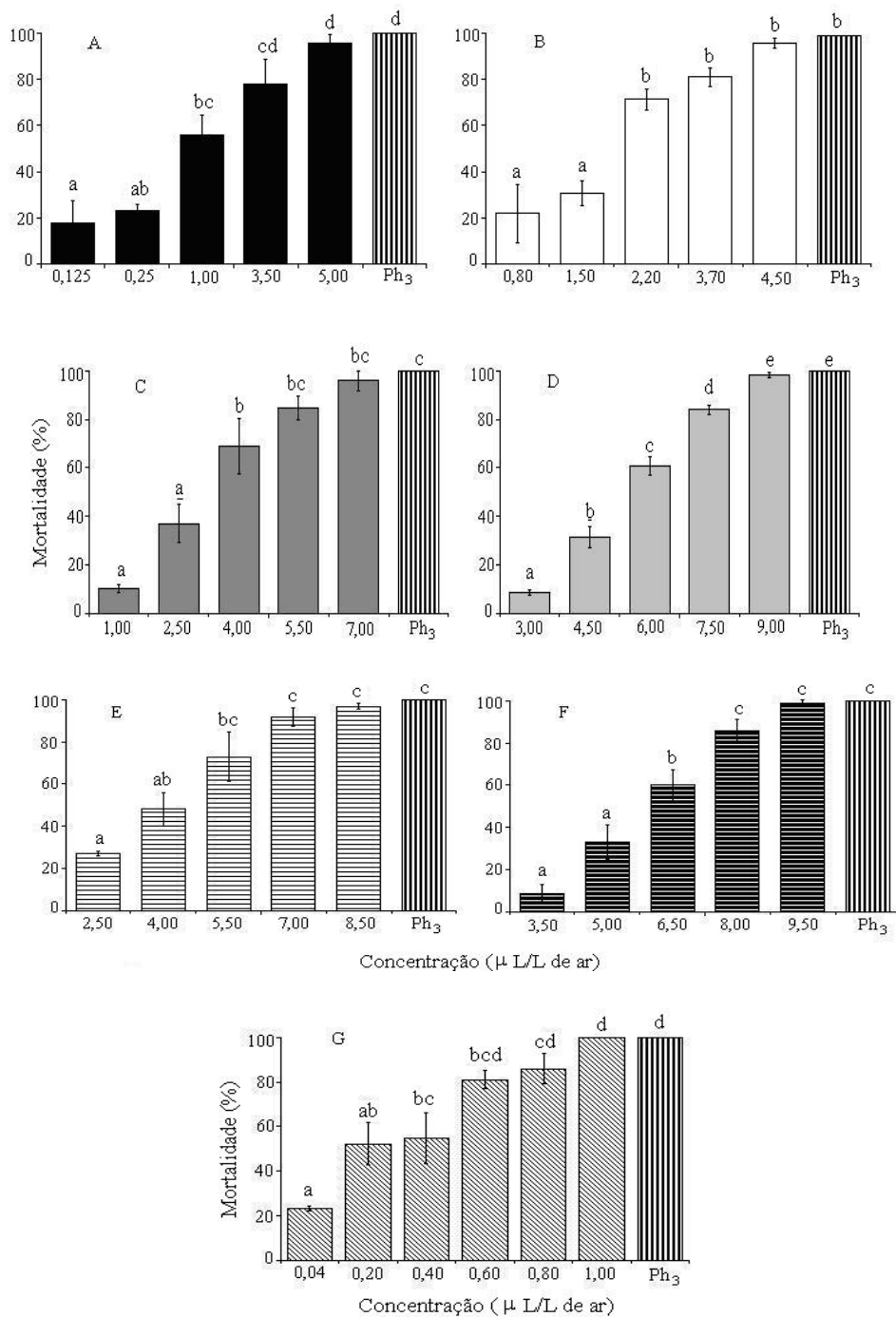


Figura 1. Mortalidade de *Bemisia tabaci* biótipo B submetidos aos óleos essenciais das espécies de *Citrus*: **A** = *C. aurantifolia*; **B** = *C. limon*; **C** = *C. reticulata*; **D** = *C. sinensis* x *C. reticulata*; **E** = *C. sinensis*; **F** = *C. aurantium* e **G** = Eugenol. Ph₃ = Fosfina. Barras com mesmas letras não diferem estatisticamente entre si. P=0,05, Teste Tukey.

Tabela 2. Atividade inseticida de óleos essenciais das espécies do gênero *Citrus* e eugenol sobre *Bemisia tabaci* biótipo B.

Espécie	N	Inclinação±EPM	χ^2 (g.l)	CL ₅₀ (μ L/L de ar) (IC 95%)	RT ₅₀	CL ₉₀ (μ L/L de ar) (IC 95%)	RT ₉₀
Eugenol	495	1,96±0,32	9,37 (4)	0,20a (0,022-0,34)	-	0,92 (0,57-4,63)	-
Limão Taiti (<i>C. aurantifolia</i>)	305	1,75±0,28	3,40 (3)	0,70ab (0,13-1,43)	0,29 (0,03-2,27)	3,77 (1,90-12,60)	0,24* (0,11-0,52)
Limão siciliano (<i>C. limon</i>)	322	3,87±0,69	4,18 (3)	1,77bc (0,63-2,44)	0,11* (0,03-0,40)	3,79 (2,78-9,00)	0,24* (0,10-0,55)
Tangerina cravo (<i>C. reticulata</i>)	388	4,26±0,85	2,19 (3)	3,04ce (2,22-3,59)	0,06* (0,02-0,20)	6,09 (5,25-7,84)	0,15* (0,10-0,22)
Tangerina murcot (<i>Citrus sinensis</i> x <i>C. reticulata</i>)	452	7,62±1,16	3,80 (3)	5,39df (3,99-6,10)	0,03* (0,01-0,10)	7,93 (7,04-10,48)	0,11* (0,07-0,19)
Laranja pêra (<i>C. sinensis</i>)	490	4,87±0,59	5,22 (3)	3,80ef (2,46-4,65)	0,05* (0,01-0,17)	6,96 (5,71-10,40)	0,13* (0,06-0,28)
Laranja lima (<i>C. aurantium</i>)	478	8,60±1,34	3,24 (3)	5,80f (4,43-6,50)	0,03* (0,01-0,09)	8,17 (7,38-9,94)	0,11* (0,07-0,17)

RT calculado pelo método de Robertson & Preisler; Eugenol=Controle positivo.

*Significativo quando não apresenta 1.

Coluna seguida de mesma letra não diferem estatisticamente P=0,05.

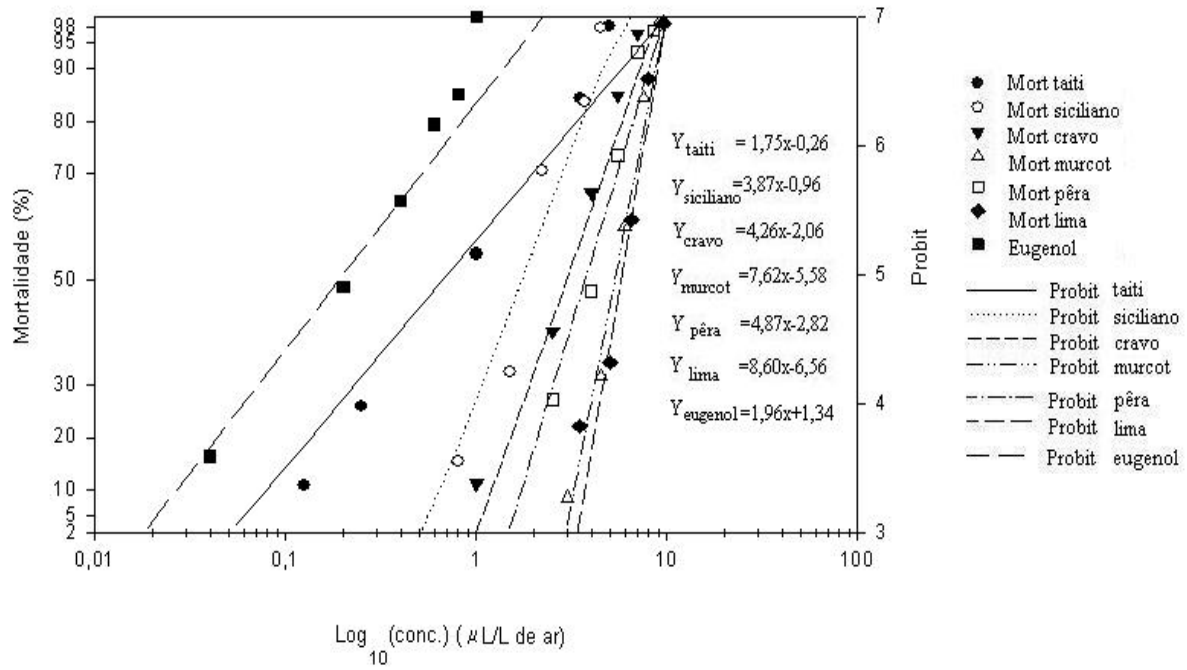


Figura 2. Curva de concentração-mortalidade para a população de *Bemisia tabaci* biótipo B sob diferentes óleos de *Citrus* e eugenol testados.

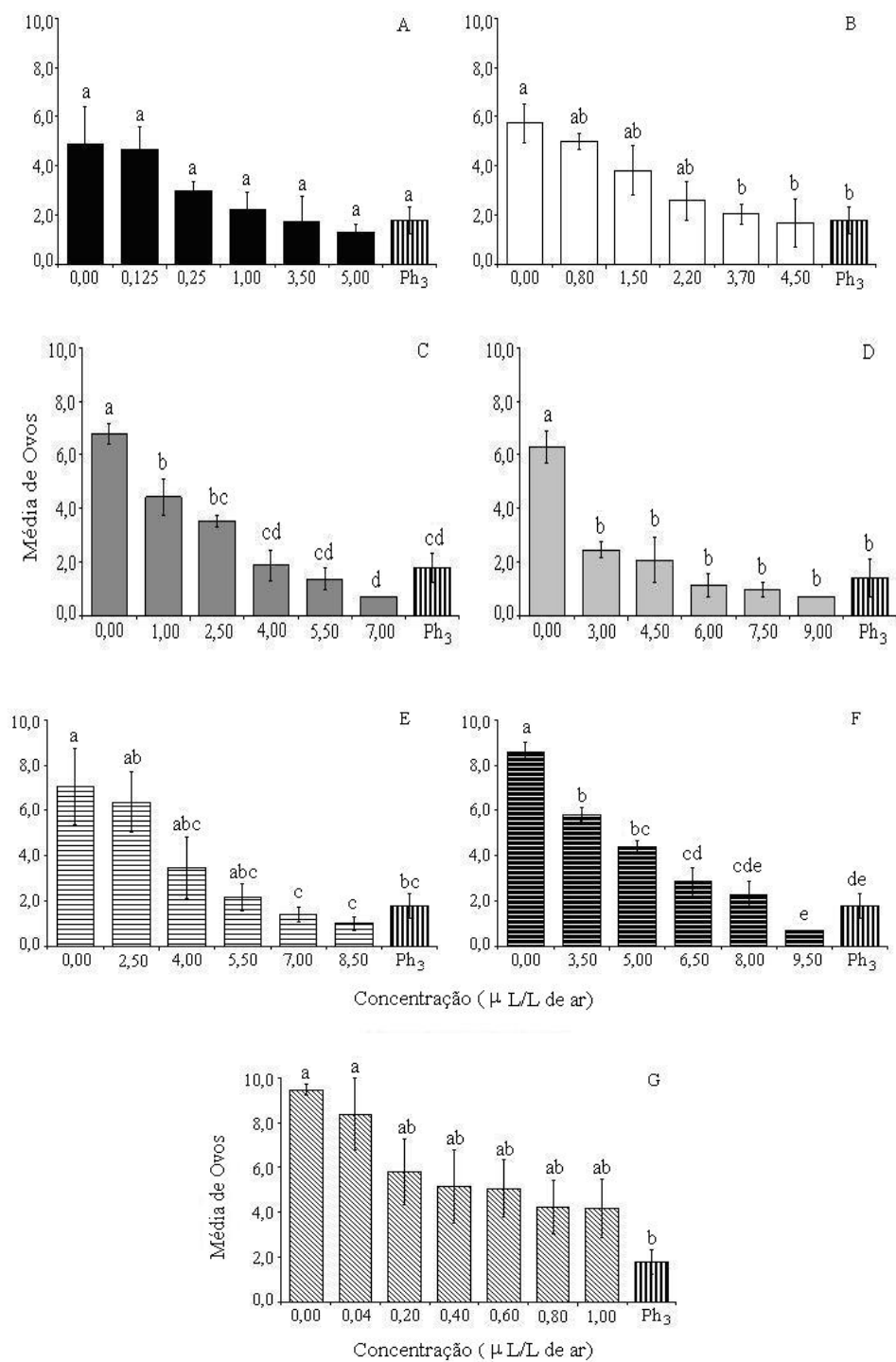


Figura 3. Média de ovos de *Bemisia tabaci* biótipo B submetidos aos óleos essenciais das espécies de *Citrus*: **A** = *C. aurantifolia*; **B** = *C. limon*; **C** = *C. reticulata*; **D** = *C. sinensis* x *C. reticulata*; **E** = *C. sinensis*; **F** = *C. aurantium* e **G** = Eugenol. Ph₃ = Fosfina. Barras com mesmas letras não diferem estatisticamente entre si. P=0,05, Teste Tukey.