

EXTRATOS VEGETAIS E FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO MANEJO DE VETORES
DE VIROSES NO TOMATEIRO

por

VANDO MIOSSI RONDELLI

(Sob Orientação do Professor Dirceu Pratissoli – UFES)

RESUMO

O tomateiro tem grande importância econômica, contudo, os vetores de viroses limitam a produção. Assim, este trabalho avaliou extratos de fumo, alho, pimenta-roxa, derivados da mamona e formulações de fungos entomopatogênicos visando ao manejo de vetores de viroses no tomateiro (VVT). Para isso, avaliou-se a mortalidade e a concentração letal (CL₅₀ e CL₉₀) dos tratamentos mais eficientes sobre ninfas dos insetos. Em *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* e *Bemisia tabaci*, os extratos aquoso e etanólico de fumo causaram mortalidade entre 97,1 e 100%, os de alho entre 13,0 e 66,0% e os de pimenta-roxa entre 26,5 e 95,0%. Também sobre as três pragas, o óleo de mamona causou mortalidade entre 3,9 e 100%, a torta de mamona entre 5,9 e 96,5%, o ricinoleato de sódio entre 22,0 e 100% e o ácido ricinoleico entre 54,9 e 97,7%. Quanto aos fungos entomopatogênicos, observou-se mortalidade confirmada sobre *F. schultzei* entre 27,0 e 71,8%, sobre *M. persicae* entre 23,0 e 98,2% e sobre *B. tabaci* entre 90,8 e 95,8%. O teste de CL indicou que: os extratos aquoso e etanólico de fumo são os mais eficientes sobre os VVT; entre os derivados da mamona, os extratos mais eficientes sobre *M. persicae* são o ricinoleato de sódio, seguido pelo óleo e a torta de mamona e sobre *B. tabaci* o ricinoleato de sódio, seguido pelo óleo de mamona; e entre os fungos entomopatogênicos, *Metarhizium anisopliae* (Metarril[®] WP e Metarril[®] SC) é mais virulento para *F. schultzei*, *Lecanicillium longisporum* (Vertirril[®] WP)

para *M. persicae* e *Beauveria bassiana* (Boveril[®] WP) e *M. anisopliae* (Metarril[®] WP) são igualmente virulentos para *B. tabaci*. Portanto, esses tratamentos poderão implementar o manejo de VVT, prevenindo o surgimento de populações de insetos-praga resistentes aos inseticidas químicos, e poderão ser utilizados na agricultura orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo fitossanitário de pragas, *Solanum lycopersicum*, controle microbiano, tripes, pulgão-verde, mosca-branca

VEGETABLE EXTRACTS AND ENTOMOPATHOGENIC FUNGI ON TOMATO VIROSIS

VECTORS MANAGEMENT

by

VANDO MIOSSI RONDELLI

(Under the Direction of Professor Dirceu Pratissoli)

ABSTRACT

Tomato has elevated economic importance, however, the virosis vectors limit its production. This way, this work evaluated tobacco extracts, garlic, purple pepper, castor bean's derivatives and entomopathogenic fungi formulations aiming the tomato virosis vectors (TVV) management. For this purpose, the mortality and lethal concentration (LC₅₀ and LC₉₀) of the most efficient treatments on insect nymphs were evaluated. On *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* and *Bemisia tabaci*, the aqueous and ethanol extracts of tobacco caused mortality between 97.1 and 100%, the garlic extracts between 13.0 and 66.0% and the purple pepper ones between 26.5 and 95.0%. Also, on the three pests, castor bean oil caused mortality between 3.9 and 100%, castor bean pie between 5.9 and 96.5%, sodium ricinoleate between 22.0 and 100% and ricinoleic acid between 54.9 and 97.7%. Considering the entomopathogenic fungi, it was observed confirmed mortality on *F. schultzei* between 27.0 and 71.8%, on *M. persicae* between 23.0 and 98.2% and on *B. tabaci* between 90.8 and 95.8%. The LC test indicated that: the aqueous and ethanol extracts of tobacco are the most efficient on the TVV; among the castor bean derivatives, the most efficient extracts on *M. persicae* are sodium ricinoleate, followed by castor bean oil and pie and on *B. tabaci* the most efficient is sodium ricinoleate, followed by castor bean oil; and among the

entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* (Metarril[®] WP and Metarril[®] SC) is the most virulent for *F. schultzei*, *Lecanicillium longisporum* (Vertirril[®] WP) for *M. persicae* and *Beauveria bassiana* (Boveril[®] WP) and *M. anisopliae* (Metarril[®] WP) are equally virulent for *B. tabaci*. However, these treatments may implement the TVV management, preventing the appearance of insect-pests populations which are resistant to the chemical insecticides, and may be used on organic agriculture.

KEY WORDS: Phytosanitary pest management, *Solanum lycopersicum*, microbial control, thrips, green peach aphid, whitefly

EXTRATOS VEGETAIS E FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO MANEJO DE VETORES
DE VIROSES NO TOMATEIRO

por

VANDO MIOSSI RONDELLI

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

RECIFE - PE

Fevereiro – 2014

EXTRATOS VEGETAIS E FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO MANEJO DE VETORES
DE VIROSES NO TOMATEIRO

por

VANDO MIOSSI RONDELLI

Comitê de Orientação:

Dirceu Pratisoli – UFES

Edmilson Jacinto Marques – UFRPE

Hugo José Gonçalves dos Santos Junior – UFES

EXTRATOS VEGETAIS E FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO MANEJO DE VETORES
DE VIROSES NO TOMATEIRO

por

VANDO MIOSSI RONDELLI

Orientador: _____
Dirceu Pratissoli – UFES

Examinadores: _____
Edmilson Jacinto Marques – UFRPE

José Vargas de Oliveira – UFRPE

Patrik Luiz Pastori – UFC

Auristela Correia de Albuquerque – UFRPE

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Antonio Rondelli e Davina Maria Miossi Rondelli, pelos ensinamentos, apoio e incentivo.

À minha esposa, Patrícia de Sousa Vicente Rondelli, que sempre me apoiou, incentivou e colaborou para que atingisse meu objetivo.

Aos meus irmãos, Wagner Miossi Rondelli, Viviane Miossi Rondelli e Vinício Miossi Rondelli, pela amizade e ajuda.

À toda minha família, pelo apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar comigo em todos os momentos, me dando forças para alcançar os objetivos desejados.

Ao Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGEA/UFRPE), pela oportunidade de realizar este curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), pelo apoio financeiro.

Ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), situado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), em Alegre-ES, por ter me fornecido todo o suporte para a realização deste trabalho.

À Reestruturação e Expansão das Universidades Federais/Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (REUNI/CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador, professor Dirceu Pratisoli, pela oportunidade de realizar este Curso de Doutorado, com orientações precisas e esclarecedoras.

Aos meus co-orientadores, professores Edmilson Jacinto Marques e Hugo José Gonçalves dos Santos Junior, pelo apoio e pelas valiosas sugestões.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE pela competência e dedicação em passar seus conhecimentos profissionais aos seus alunos, especialmente, aos professores Edmilson Jacinto Marques, Jorge Braz Torres, José Vargas de Oliveira, Hebert A. A. de Siqueira, Reginaldo Barros, Valéria Wanderley Teixeira e Manoel G. C. Gondim Junior, com os quais adquiri muitas experiências.

Aos professores Vagner Tebaldi de Queiroz, Adilson Vidal Costa, Patrícia Fontes Pinheiro, Jorge Braz Torres e Hugo Bolsoni Zago, pelo apoio técnico neste trabalho.

À professora Zélia Gai, que colaborou com o fornecimento de sementes de feijão-de-porco durante toda a realização da tese.

Aos discentes do PPGEA/UFRPE, em especial aos amigos e colegas Luziane Bestete, Eduardo Barros, Maria Cleoneide da Silva (Cléo), Francieli Santos, Felipe Colares, Nicolle Ribeiro, Tadeu Silva, Alicely Correia, Bruno Monteiro, Karjoene Cassimiro, Victor Zuim, Luan Rocha, Lílian Ribeiro, Sérgio Alves, Aline Nascimento, Carla Assis, Agna Rodrigues, Alberto Esteves, Alice Araújo, Ana Paula, Adauto Tavares, Cinthia Silva, Eliana Passos, Martin Oliveira, Robério Neves, Flávia Born, Mário Jorge, Ligia Andrade, Mateus Campos, José Vagner, Cleiton Domingos, Carolina Guedes, Ricardo Melo e Franklin Cunha, pela ajuda, troca de experiências e pelos momentos de descontração.

Aos discentes do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do CCA/UFES (NUDEMAFI) Flávio Celestino, Carlos Magno, Débora Melo, José Romário, Eduardo Grecco, Lauana Souza, João Paulo, Victor Pirovani e Vinícius Pereira, pela ajuda, troca de experiências e pelos momentos de descontração.

Aos estagiários do Laboratório de Entomologia do NUDEMAFI, especialmente aos que de alguma forma me auxiliaram no desenvolvimento desta tese, como Wilson Valbon, Wilker Lima, Priscila Stinguel, Amanda Túler, Hígor Rodrigues, Lorena Machado, Marcel Tiburcio e Laura Ribeiro.

Ao André Marins, pelo auxílio no preparo de soluções.

Ao Fábio Morais, pelas informações que auxiliaram na criação do tripes.

Aos funcionários, Ariella Cahú da Secretaria de Fitossanidade do PPGEA/UFRPE e Carlos Magno, Leonardo Mardgan e Maria Carlota do Laboratório de Entomologia do NUDEMAFI, pelas inúmeras colaborações dispensadas durante os estudos.

À família Peixoto (esposa), pela ajuda, amizade e convívio fraterno.

SUMÁRIO

	Páginas
AGRADECIMENTOS	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	01
LITERATURA CITADA.....	09
2 EXTRATOS VEGETAIS VISANDO AO MANEJO DE VETORES DE VIROSES NO TOMATEIRO.....	16
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODOS	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
AGRADECIMENTOS	31
LITERATURA CITADA	32
3 DERIVADOS DA MAMONA VISANDO AO MANEJO DE VETORES DE VIROSES NO TOMATEIRO.....	46
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
INTRODUÇÃO	49
MATERIAL E MÉTODOS	51
RESULTADOS E DISCUSSÃO	56

AGRADECIMENTOS	60
LITERATURA CITADA	60
4 FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS VISANDO AO MANEJO DE VETORES	
DE VIROSES NO TOMATEIRO	69
RESUMO.....	70
ABSTRACT.....	71
INTRODUÇÃO	72
MATERIAL E MÉTODOS	74
RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
AGRADECIMENTOS	82
LITERATURA CITADA	83
CONSIDERAÇÕES FINAIS	92

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça da família Solanaceae, sendo a mais estudada e de maior consumo no mundo, pois é utilizada na alimentação humana para vários fins (Barbosa *et al.* 2011, Guo *et al.* 2013). No Brasil, a área plantada de tomate em 2012 foi de 57.867 ha, com produção de 3.664.299 t e rendimento de 63.323 Kg/ha. Os Estados de Goiás e São Paulo foram os maiores produtores, com áreas plantadas de 14.028 e 10.160 ha, respectivamente (IBGE 2013). A produção do tomate no Brasil poderia ser maior, não fossem os danos causados a cultura por pragas e patógenos (Kurozawa & Pavan 2005, Fornazier *et al.* 2010).

Na cultura do tomateiro podem ocorrer muitos insetos-praga, os quais interferem e limitam a produção. Entre eles, estão os vetores de viroses, tais como: *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae), *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae), que são vulgarmente conhecidos por tripes, pulgão-verde e mosca-branca, respectivamente (Fornazier *et al.* 2010).

O trips, *F. schultzei*, é de coloração variável medindo 1 a 3 mm de comprimento e tem por hábito abrigar-se na face inferior das folhas novas, onde colocam seus ovos. Seu ciclo é de 11,5 dias em tomateiro a 25,4 °C. Possui aparelho bucal raspador-sugador, assim, alimentam-se da seiva das plantas, causando prateamento, necrose e deformação nas partes tenras da planta, como flores, frutos e brotações (Pinent & Carvalho 1998, Fornazier *et al.* 2010).

O pulgão-verde, *M. persicae*, mede cerca de 2 mm de comprimento, é de coloração verde-clara, sendo a forma alada de coloração verde, com cabeça, antenas e tórax pretos. O ciclo é de 5,9 dias em berinjela a 25 °C. A reprodução se dá por partenogênese telítica (sem a participação

do macho). Alimentam-se da seiva de folhas e ramos novos, causando o enrolamento das folhas (Chagas Filho *et al.* 2005, Fornazier *et al.* 2010).

A mosca-branca, *B. tabaci*, mede 1 mm de comprimento, é de coloração amarela clara e apresenta quatro asas membranosas recobertas por uma pulverulência branca. Os ovos são colocados na face inferior das folhas, ficando presos por um pedúnculo curto. As ninfas ao eclodirem fixam-se na face inferior da folha. O ciclo de *B. tabaci* biótipo B é de 22,2 dias em tomateiro da variedade “Santa Clara” a 23 °C. Este biótipo deposita aproximadamente três vezes mais ovos do que o biótipo A, além de adaptar-se mais facilmente a hospedeiros, condições ambientais e inseticidas sintéticos. Esta espécie, devido à sucção de seiva, causa o aparecimento da fumagina, o amadurecimento irregular dos frutos e isoporização da polpa (Villas Bôas *et al.* 1997, Gallo *et al.* 2002, Fornazier *et al.* 2010, Oriani *et al.* 2011).

Contudo, os principais danos causados pelos vetores de viroses no tomateiro estão relacionados à transmissão de fitovirose. O processo de transmissão de vírus ocorre da seguinte forma: os insetos ao se alimentarem de plantas doentes e posteriormente de plantas saudáveis, inoculam nestas o patógeno (Gallo *et al.* 2002).

F. schultzei transmite *Tospovirus* (vira-cabeça do tomateiro), *Groundnut ring spot virus* (GRSV) e *Tomato spotted wilt virus* (TSWV). As ninfas deste trips adquirem o vírus, que somente é transmitido na fase adulta. A incidência de *Tospovirus* é de 50 a 90% e os sintomas são folhas bronzeadas e frutos com manchas amareladas (Gallo *et al.* 2002, Borbón *et al.* 2006). *M. persicae* transmite *Potato virus Y* (PVY) (vírus Y), *Tomato yellow top virus* (ToYTV) (topo amarelo) e *Tomato bottom yellow leaf virus* (TBYLV) (amarelo baixeiro), apresentando os sintomas: folíolos arqueados para baixo, clorose marginal das folhas e amarelecimento das folhas, respectivamente. No Brasil, PVY causa perdas de 20 a 70% e ToYTV pode reduzir a produção de flores e frutos em cerca de 85% (Kurozawa & Pavan 2005). *B. tabaci* transmite geminivírus, em

que as plantas apresentam nanismo acentuado, enrugamento severo das folhas terminais e amarelecimento da planta. Esta virose pode causar perdas de até 100% em algumas áreas. O manejo destas fitoviroses geralmente é feito com o uso de variedades resistentes (Lima *et al.* 2001, Gallo *et al.* 2002).

Dentre as medidas utilizadas para reduzir ou minimizar os prejuízos causados por esses insetos-praga no cultivo do tomateiro, o plantio de variedades resistentes, o controle cultural e o controle químico com inseticidas sintéticos são adotados como principais alternativas (Gallo *et al.* 2002, Fornazier *et al.* 2010). Contudo, a aquisição destes produtos eleva o custo de produção e, muitas vezes, o seu uso inadequado promove casos de intoxicação dos agricultores e contaminação do ambiente e dos alimentos (Roel 2001).

Além disso, a adoção de medidas de manejo de pragas de ciclo curto, a exemplo dos vetores de virose, *M. persicae*, *B. tabaci* e *F. schultzei* é mais difícil de ser implementada, pois essas pragas desenvolvem-se rapidamente nas condições climáticas em que o tomateiro é cultivado, possibilitando a multiplicação rápida das espécies (Pinent & Carvalho 1998, Chagas Filho *et al.* 2005, Oriani *et al.* 2011). Assim, os inseticidas sintéticos podem selecionar populações resistentes devido à necessidade de aplicações frequentes, aumentando assim a pressão de seleção de indivíduos resistentes (Nimbalkar *et al.* 2009). Desta forma, métodos alternativos visando o manejo de pragas agrícolas que causam menos impacto ambiental têm sido estudados, objetivando implementar o Manejo Fitossanitário de Pragas (MFP), que visa estabelecer uma estratégia de controle com base no conhecimento do ciclo da cultura, das pragas e dos fatores ambientais (Alves *et al.* 2007).

Entre as alternativas que vêm sendo estudadas, pode-se salientar o uso de produtos de plantas que produzem compostos tóxicos aos herbívoros, os quais podem ser extraídos dos seus tecidos e utilizados de forma alternativa para o manejo de insetos-praga (Torres *et al.* 2006,

Vasconcelos *et al.* 2006, Santiago *et al.* 2008, Boiça Júnior *et al.* 2013, Costa *et al.* 2013). Assim, os extratos de plantas têm sido estudados no mundo para o manejo de artrópodes-praga na agricultura e pecuária (Venzon *et al.* 2007, Olivo *et al.* 2008, Bestete *et al.* 2011, Iqbal *et al.* 2011, Attia *et al.* 2012, Costa *et al.* 2013). Esses extratos são obtidos de recursos renováveis e são rapidamente degradáveis no ambiente. Além disso, o surgimento de populações resistentes dos insetos aos extratos de plantas é um processo lento, pois são compostos da associação de várias substâncias bioativas (Roel 2001).

A atividade inseticida de extratos de plantas da família Solanaceae, como o de fumo (*Nicotiana tabacum* L.) e pimenta-roxa (*Capsicum chinense* Jacq.) sobre pragas é conhecida (Lovatto *et al.* 2004, Dequech *et al.* 2008, Castillo-Sánchez *et al.* 2012). De acordo com Saito & Lucchini (1998), o fumo já foi muito usado no controle de pragas. Atualmente, a toxicidade de extratos de alho (*Allium sativum* L.) sobre insetos-praga também vem sendo estudada (Dutta *et al.* 2005, Fernandes *et al.* 2006, Chakravarthy *et al.* 2008).

A nicotina é o principal composto tóxico encontrado no fumo, contudo, a nornicotina e a anabasina também são encontradas em menor concentração e também possuem atividade inseticida. A nicotina age no sistema nervoso central dos insetos se ligando aos receptores da acetilcolina (Saito & Lucchini 1998, Aguiar-Menezes 2005). Choudhary (2003) e Koppad & Shivanna (2010) constataram que a nicotina afeta o comportamento, a fecundidade e causa efeitos tóxicos a *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae).

Além disso, Lovatto *et al.* (2004) observaram que o extrato aquoso de fumo reduziu a sobrevivência do pulgão-da-couve, *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). Em outro estudo, constatou-se mortalidade de 100% das larvas de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) que se alimentarem de folhas tratadas com extrato aquoso de fumo a 10% (Dequech *et al.* 2009). Resultado semelhante foi obtido por Dequech *et al.* (2008), que observaram eficiência

de controle de 100% de larvas de *Microtheca ochroloma* Stal (Coleoptera: Chrysomelidae). De acordo com Rahuman *et al.* (2009), as CL₅₀ e CL₉₀ do extrato aquoso de fumo sobre *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) foram de 76 e 334 ppm (0,0076 e 0,0334%), respectivamente e as CL₅₀ e CL₉₀ do extrato metanólico de fumo também sobre *C. quinquefasciatus* foram de 105 e 524 ppm (0,0105 e 0,0524%), respectivamente.

De acordo com Fernandes *et al.* (2006), os extratos aquosos de fumo e alho reduziram a herbivoria e repeliram pragas, como *Junonia evarete* Cramer (Lepidoptera: Nymphalidae) e gafanhotos, em tanchagem (ou transagem) (*Plantago major* L. e *Plantago lanceolata* L.). Estes mesmos extratos causaram mortalidade de 57,9% de pulgões em trigo (Iqbal *et al.* 2011). Chakravarthy *et al.* (2008) demonstraram que o extrato de alho inibiu a infestação de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) em pepino. A alicina é o composto tóxico observado em bulbos de alho e, segundo Iberl *et al.* (1990), o seu teor é de aproximadamente 0,4%. Este composto inibe enzimas, como a acetilcolinesterase (Singh & Singh 1996).

Espécies de *Capsicum* metabolizam capsaicinoides (Cázares-Sánchez *et al.* 2005, Antonious & Jarret 2006, Castillo-Sánchez *et al.* 2012). A atividade inseticida dos capsaicinoides foi observada sobre *M. persicae* e a capsaicina a 0,2% em dieta retardou o crescimento de *Earias insulana* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) (Weissenberg *et al.* 1986, Edelson *et al.* 2002). Castillo-Sánchez *et al.* (2012), avaliando o poder residual do extrato etanólico de *C. chinense* em *B. tabaci* constataram CL₅₀ de 29,4%.

Outra planta que sintetiza compostos com propriedade inseticida é a mamoneira, *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae), sendo perene nativa de regiões tropicais e subtropicais do mundo que produz até mesmo em ambientes com baixa precipitação pluviométrica (Hoffman *et al.* 2007, Furtado *et al.* 2012). As sementes da mamona são submetidas à prensagem a elevadas

temperaturas obtendo-se o óleo que é utilizado para a produção de biodiesel, e a torta como subproduto (Melo *et al.* 2008, Pompeu *et al.* 2012).

De acordo com Paula Neto & Bleicher (2003), o óleo de mamona, na concentração de 2,0%, causou mortalidade de 85,5% em ninfas de *B. tabaci*. Em outro estudo, o óleo de mamona adicionado na dieta de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na concentração de 1,6% proporcionou mortalidade larval de 100% (Ramos-López *et al.* 2010). Também já se constatou a atividade inseticida do óleo de mamona sobre *P. xylostella*, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) (Mushobozy *et al.* 2009, Bestete *et al.* 2011, Rondelli *et al.* 2011).

Aproximadamente 90% do óleo de mamona é composto por triacilglicerol, e 80,5% deste triacilglicerol é ricinoleína, que quando hidrolizada origina o ácido ricinoléico (Weiss 1983, Moshkin 1986, Costa *et al.* 2004). Este ácido inibe a reprodução do carrapato *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille) (Acari: Ixodidae) (Arnosti *et al.* 2011, Sampieri *et al.* 2013). Assim, o ácido ricinoléico pode ser um dos compostos do óleo de mamona com atividade tóxica aos insetos.

A ricina, uma potente toxina, é encontrada na torta de mamona. Essa toxina possui duas cadeias que atuam de forma conjunta, uma inibe a enzima alfa-amilase e a outra se liga aos ribossomos, promovendo a morte da célula por inibição da síntese protéica (Moshkin 1986, Lord *et al.* 1994, Olsnes & Kozlov 2001). Lins *et al.* (2013) constataram que a torta de mamona reduz a população de *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) e o número de galerias em bananeira pela aplicação em torno das plantas na concentração de 12 a 24 g por planta.

Contudo, outra forma de se manejar insetos-praga, é pelo uso do controle biológico. Entre os quais, os fungos entomopatogênicos são importantes agentes de controle biológico natural

(Lopes *et al.* 2000). Estes agentes são responsáveis por aproximadamente 80% das doenças de insetos, ocorrendo de forma enzoótica e epizoótica sobre pragas de importância agrícola. Existem importantes programas de controle microbiano de pragas no Brasil com fungos entomopatogênicos, destacando-se o uso de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. para o manejo das cigarrinhas da cana-de-açúcar e das pastagens. Estes patógenos penetram no hospedeiro geralmente via tegumento, colonizam o corpo dos insetos e secretam toxinas que afetam as células e as reações do hospedeiro (Hajek & St. Leger 1994, Alves 1998a, Alves *et al.* 2008, Chen *et al.* 2008, Amnuaykanjanasin *et al.* 2013).

Os patógenos de insetos apresentam uma série de vantagens em relação aos inseticidas químicos, como: facilidade de multiplicação e aplicação, a exemplo de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill e *M. anisopliae*; podem se multiplicar e se dispersar no ambiente afetando insetos não atingidos diretamente pela aplicação; não poluem o ambiente e não são perigosos aos humanos e a outros animais; os produtores comercializam os alimentos por preços mais elevados; compatibilidade com inseticidas menos agressivos ao ambiente; e redução de custos com registros de 80 a 90% (Alves 1998b, Lopes *et al.* 2000).

Assim, os fungos entomopatogênicos são utilizados no manejo de insetos-praga agrícolas de muitas ordens e espécies (Medeiros *et al.* 2007, Alves *et al.* 2008). Lopes *et al.* (2000) utilizando o isolado 1104 de *M. anisopliae* sobre o tripses *F. occidentalis* (Pergande) em cultivos de alface hidropônico, observaram eficiência de controle de 60%. Em outro estudo, o isolado V275 de *M. anisopliae* causou mortalidade de aproximadamente 80% deste inseto (Ansari *et al.* 2007). Também sobre *F. occidentalis*, o isolado RSB de *B. bassiana* proporcionou mortalidade de 69 e 96% nas concentrações de 10^4 e 10^7 conídios/mL, respectivamente (Gao *et al.* 2012). Em laboratório, o isolado SZ-26 de *B. bassiana* na concentração de 10^7 conídios/mL proporcionou

mortalidade de 100% de *T. tabaci* e em casa de vegetação este isolado reduziu o número de adultos e ninfas deste trips (Wu *et al.* 2013).

Sobre ninfas de terceiro ínstar de *M. persicae*, os fungos *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & W. Gams, *M. anisopliae* e *B. bassiana* na concentração de 10^6 conídios/mL causaram mortalidade de 100% dos insetos (Loureiro & Moino Jr. 2006). Michereff Filho *et al.* (2011) observaram eficiência de controle de 56,7% do isolado PL-63 de *B. bassiana* sobre *M. persicae* (adultos e ninfas). Contudo, o isolado J57 de *B. bassiana* na concentração de 10^7 conídios/mL causou mortalidade de 100% a *M. persicae* (Vu *et al.* 2007).

Muitos trabalhos comprovam a importância de fungos no manejo de *B. tabaci*. O valor de CL_{50} dos isolados Unioeste 47 e Unioeste 57 de *B. bassiana* sobre ninfas de terceiro ínstar deste inseto foi de apenas $4,1 \times 10^5$ e $1,8 \times 10^5$ conídios/mL, respectivamente (Potrich *et al.* 2011). Em outro trabalho, a CL_{50} do isolado EABb 01/110-Su de *B. bassiana* sobre ninfas de quarto ínstar de *B. tabaci* foi de $6,5 \times 10^5$ conídios/mL (Quesada-Moraga *et al.* 2006). Já a CL_{50} dos isolados E9 e Unioeste 43 de *M. anisopliae* sobre ninfas de terceiro ínstar de *B. tabaci* foi de $7,8 \times 10^8$ e $4,3 \times 10^5$ conídios/mL, respectivamente (Potrich *et al.* 2011).

Diante disso, os extratos botânicos e os fungos entomopatogênicos apresentam potencial de uso no manejo de insetos vetores de viroses no tomateiro e a vantagem de serem menos prejudiciais a organismos não-alvo e ao ambiente. Assim, a adoção dessas medidas de manejo poderá evitar o surgimento de populações resistentes aos inseticidas químicos, sendo, portanto, indicadas à agricultura orgânica, tendo em vista o rigoroso controle sobre o uso de agrotóxicos nesse tipo de sistema de cultivo.

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar extratos de fumo, alho, pimenta-roxa, derivados da mamona e fungos entomopatogênicos no manejo de insetos vetores de viroses no tomateiro.

Literatura Citada

- Aguiar-Menezes, E.L. 2005.** Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 58p. (Documentos 205).
- Alves, S.B. 1998a.** Fungos entomopatogênicos, p. 289-381. In S.B. Alves (ed.), Controle microbiano de insetos. Piracicaba, FEALQ, 1163p.
- Alves, S.B. 1998b.** Patologia e controle microbiano: vantagens e desvantagens, p. 21-38. In S.B. Alves (ed.), Controle microbiano de insetos. Piracicaba, FEALQ, 1163p.
- Alves, F.R., W.C. de Jesus Junior, D. Pratisoli, R.A. Polanczyk, J.S. Zanuncio Junior, A.M. Holtz & U.R. Vianna. 2007.** Manejo fitossanitário de doenças e pragas – novas perspectivas, p. 383-415. In W.C. de Jesus Junior, R.A. Polanczyk, D. Pratisoli (ed.), Atualidades em defesa fitossanitária. Alerge, UFES, 476p.
- Alves, S.B, R.B. Lopes, S.A. Vieira & M.A. Tamai. 2008.** Fungos Entomopatogênicos usados no controle de pragas na América latina, p. 69-110. In Alves, S.B. & R.B. Lopes. Controle microbiano de pragas na América Latina. Piracicaba, FEALQ, 414p.
- Amnuaykanjanasin, A., J. Jirakkakul, C. Panyasiri, P. Panyarakkit, P. Nounurai, D. Chantasingh, L. Eurwilaichitr, S. Cheevadhanarak & M. Tanticharoen. 2013.** Infection and colonization of tissues of the aphid *Myzus persicae* and cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* by the fungus *Beauveria bassiana*. BioControl. 58: 379-391.
- Ansari, M.A., F.A. Shah, M. Whittaker, M. Prasad & T.M. Butt. 2007.** Control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) pupae with *Metarhizium anisopliae* in peat and peat alternative growing media. Biol. Control. 40: 293-297.
- Antonious, G.F. & R.L. Jarret. 2006.** Screening *Capsicum* accessions for capsaicinoids content. J. Environ. Sci. Health Part B. 41: 717-29.
- Arnosti, A., P.D. Brienza, K.C.S. Furquim, G.O. Chiericex, G.H. Chierice, I.B. Calligaris & M.I. Camargo-Mathias. 2011.** Effects of ricinoleic acid esters from castor oil of *Ricinus communis* on the vitellogenesis of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) ticks. Exp. Parasitol. 127: 575-580.
- Attia, S., K.L. Grissa, A.C. Maillieux, G. Lognay, S. Heuskin, S. Mayoufi & T. Hance. 2012.** Effective concentrations of garlic distillate (*Allium sativum*) for the control of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). J. Appl. Entomol. 136: 302-312.
- Barbosa, J.C., H. Costa, R. Gioria & J.A.M. Rezende. 2011.** Occurrence of tomato chlorosis virus in tomato crops in five brazilian states. Trop. Plant. Pathol. 36: 256-258.
- Bestete, L.R., D. Pratisoli, V.T. de Queiroz, F.N. Celestino & L.C. Machado. 2011.** Toxicidade de óleo de mamona a *Helicoverpa zea* e a *Trichogramma pretiosum*. Pesq. Agropec. Bras. 46: 791-797.

- Boiça Júnior, A.L., J.C. Janini, B.H.S. de Souza & N.E.L. Rodrigues. 2013.** Efeito de cultivares de repolho e doses de extrato aquoso de nim na alimentação e biologia de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). Biosci. J. 29: 22-31.
- Borbón, C.M. de, O. Gracia & R. Píccolo. 2006.** Relationships between *Tospovirus* incidence and thrips populations on tomato in Mendoza, Argentina. J. Phytopathol. 154: 93-99.
- Castillo-Sánchez, L.E., J.J. Jiménez-Osornio & M.A. Delgado-Herrera. 2012.** Actividad biológica in vitro del extracto de *Capsicum chinense* Jacq contra *Bemisia tabaci* Genn. Rev. Chapingo Serie Hortic. 18: 345-356.
- Cázares-Sánchez, E., P. Ramírez-Vallejo, F. Castillo-González, R.M. Soto-Hernández, M.T. Rodríguez-González & J.L. Chávez-Servia. 2005.** Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de chile (*Capsicum annum* L.) del centro-oriente de Yucatán. Agrociencia. 39: 627-638.
- Chagas Filho, N.R., M.D. Michelotto, R.A. Silva & A.C. Busoli. 2005.** Desenvolvimento ninfal de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. Bragantia. 64: 257-262.
- Chakravarthy, A.K., N.R.P. Kumar & L.V. Kumar. 2008.** Bio-efficacy of GB (Garlic barrier) on insect pests of gherkins (*Cucumis sativus* L: family: Cucurbitaceae). Pestology. 32: 33-6.
- Chen, B., Z.Y. Li & M.G. Feng. 2008.** Occurrence of entomopathogenic fungi in migratory alate aphids in Yunnan Province of China. BioControl. 53: 317-326.
- Choudhary, S.A. 2003.** Effect of plant extract (nicotine) on *Drosophila melanogaster*. Ecotoxicol. Environ. Monit. 13: 315-317.
- Costa, H.M. da, V.D. Ramos, T.A.S. Abrantes, D.F. de Castro, L.L.Y. Visconte, R.C.R. Nunes & C.R.G. Furtado. 2004.** Efeito do óleo de mamona em composições de borracha natural contendo sílica. Polímeros. 14: 46-50.
- Costa, A.V., P.F. Pinheiro, V.M. Rondelli, V.T. de Queiroz, A.C. Tuler, K.B. Brito, P. Stinguel & D. Pratissoli. 2013.** *Cymbopogon citratus* (Poaceae) essential oil on *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). Biosci. J. 29: 1840-1847.
- Dequech, S.T.B., C.D. Sausen, C.G. Lima & R. Egewarth. 2008.** Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: Chrysomelidae), em laboratório. Rev. Biotemas. 21: 41-46.
- Dequech, S.T.B., R. Egewarth, C.D. Sausen, V.S. Sturza & L. do P. Ribeiro. 2009.** Ação de extratos de plantas na oviposição e na mortalidade da traça-das-crucíferas. Ciênc. Rural. 39: 551-554.

- Dutta, I., P. Saha, P. Majumder, A. Sarkar, D. Chakraborti, S. Banerjee & S. Das. 2005.** The efficacy of a novel insecticidal protein, *Allium sativum* leaf lectin (ASAL), against homopteran insects monitored in transgenic tobacco. *Plant Biotechnol. J.* 3: 601-611.
- Edelson, J., J. Dutie & W. Roberts. 2002.** Toxicity of biorational insecticides activity against the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer). *Pest Manag. Sci.* 58: 255-260.
- Fernandes, J.M., E.M. Serigatto, A.S. de Luca & R.E. Egewarth. 2006.** Efeito de soluções de origem vegetal na herbivoria de duas espécies de tanchagem (*Plantago major* L. e *Plantago lanceolata* L.). *Rev. Biol. Ciênc. Terra.* 6: 35-41.
- Fornazier, M.J., D. Pratisoli & D. dos S. Martins. 2010.** Principais pragas da cultura do tomateiro estaqueado na região das montanhas do Espírito Santo, p. 185-226. In INCAPER (ed.), *Tomate*. Vitória, INCAPER, 430p.
- Furtado, R.N., M.S.S. Carneiro, M.J.D. Cândido, F.H.T. Gomes, E.S. Pereira, R.C.F.F. Pompeu & W.A. Sombra. 2012.** Valor nutritivo de dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação para ovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 64: 155-162.
- Gallo, D., O. Nakano, S.S. Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Batista, E.B. Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002.** *Entomologia agrícola*. Piracicaba, FEALQ, 920p.
- Gao, Y., S.R. Reitz, J. Wang, X. Xu & Z. Lei. 2012.** Potential of a strain of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Cordycipitaceae) as a biological control agent against western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Biocontrol Sci. Tech.* 22: 491-495.
- Guo, G., J. Gao, X. Wang, Y. Guo, J.C. Snyder & Y. Du. 2013.** Establishment of an in vitro method for evaluating whitefly resistance in tomato. *Breed. Sci.* 63: 239-245.
- Hajek, A.E. & R.J. St. Leger. 1994.** Interactions between fungal pathogens and insect hosts. *Annu. Rev. Entomol.* 39: 293-322.
- Hoffman, L.V., A.C.A. Dantas, E.P. de Medeiros & L.S. Soares. 2007.** Ricina: um impasse para utilização da torta de mamona e suas aplicações. Campina Grande, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, 25p. (Documentos 174).
- Iberl, B, G. Winkler, B. Müller & K. Knobloch. 1990.** Quantitative determination of Allicin and Alliin from Garlic by HPLC. *Planta Med.* 56: 320-326.
- IBGE. 2013.** (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301.pdf>. Acesso em 13 de jan. 2013.

- Iqbal, M.F., M.H. Kahloon, M.R. Nawaz & M.I. Javaid. 2011.** Effectiveness of some botanical extracts on wheat aphids. *J. Anim. Pl. Sci.* 21: 114-115.
- Koppad, G.R. & N. Shivanna. 2010.** Effect of nicotine on larval behaviour and fitness in *Drosophila melanogaster*. *J. Biopest.* 3: 222-226.
- Kurozawa, C. & M.A. Pavan. 2005.** Doenças do tomateiro, p. 607-626. In Kimati, H., L. Amorim, J.A.M. Rezende, A. Bergamin Filho & L.E.A. Camargo. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo, Agronômica Ceres Ltda, 663p.
- Lima, M.F., I.C. Bezerra, S.G. Ribeiro & A.C. Ávila. 2001.** Distribuição de geminivírus nas culturas do tomate e pimentão em doze municípios do submédio do Vale São Francisco. *Fitopatol. Bras.* 26: 81-85.
- Lins, L.C.R. de, M. Fancelli, C.H.S.P. Ritzinger, M.A. Coelho Filho & C.A. da S. Ledo. 2013.** Broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em bananeira-terra. *Rev. Bras. Frutic.* 35: 493-499.
- Lopes, R.B., S.B. Alves & M.A. Tamai. 2000.** Fungo *Metarhizium anisopliae* e o controle de *Frankliniella occidentalis* em alface hidropônico. *Sci. Agric.* 57: 239-243.
- Lord, M.J., L.M. Roberts & J.D. Robertus. 1994.** Ricin: structure, mode of action and some current applications. *Faseb J.* 8: 201-208.
- Loureiro, E.S. & A. Moino Jr. 2006.** Patogenicidade de Fungos Hifomicetos aos Pulgões *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Neotrop. Entomol.* 35: 660-665.
- Lovatto, P.B., M. Gladis & C.H. Thomé. 2004.** Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). *Ciênc. Rural.* 34: 971-978.
- Medeiros, M.B., S.B. Alves, R.B. Lopes, A.S. Barbosa, M.O. Garcia & L.M. Berzaghi. 2007.** Associação de biofertilizante líquido e fungos entomopatogênicos no controle do pulgão *Aphis* sp. em aceroleira (*Malpighia glabra* L.). *Rev. Bras. Agroecol.* 2: 821-824.
- Melo, W.C., D.B. da Silva, N. Pereira Jr., L.M.M.S. Anna & A.S. dos Santos. 2008.** Produção de etanol a partir de torta de mamona (*Ricinus communis* L.) e avaliação da letalidade da torta hidrolisada para camundongos. *Quim. Nova.* 31: 1104-1106.
- Michereff Filho, M, S.O.D. Oliveira, R.S. de Liz & M. Faria. 2011.** Cage and field assessments of *Beauveria bassiana*-based mycoinsecticides for *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) control in cabbage. *Neotrop. Entomol.* 40: 470-476.
- Moshkin, V.A. 1986.** Castor. New Delhi, Amerind, 315p.

- Mushobozy, D.M.K., G. Nganilevanu, S. Ruheza & G.B. Swella. 2009.** Plant oils as common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed protectants against infestations by the mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). J. Plant Prot. Res. 49: 35-39.
- Nimbalkar, R.K., S.S. Shinde, D.S. Tawar & S.P. Muley. 2009.** Response of cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) to different insecticides in Maharashtra, India. World J. Agric. Sci. 5: 250-255.
- Olivo, C.J., N.M. de Carvalho, J.H.S. da Silva, F.F. Vogel, P. Massariol, G. Meinerz, C. Agnolin, A.F. Morel & L.V. Viau. 2008.** Óleo de citronela no controle do carrapato de bovinos. Ciênc. Rural. 38: 406-410.
- Olsnes, S. & J. Kozlov. 2001.** Ricin. Toxicon 39: 1723-1728.
- Oriani, M.A. de G, J.D. Vendramim & C.J. Vasconcelos. 2011.** Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera, Aleyrodidae) on tomato genotypes. Sci. Agric. 68: 37-41.
- Paula Neto, F.L. de & E. Bleicher. 2003.** Avaliação de óleos vegetais de diferentes características secantes sobre *Bemisia tabaci*, em melão. Manejo integrado de plagas y Agroecología. 68: 53-56.
- Pinent, S.M.J. & G.S. Carvalho 1998.** Biologia de *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) em tomateiro. An. Soc. Entomol. Bras. 27: 519-524.
- Pompeu, R.C.F.F., M.J.D. Cândido, E.S. Pereira, M.A.D. Bomfim, M.S. de S. Carneiro, M.C.P. Rogério, W.A. Sombra & M.N. Lopes. 2012.** Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja. R. Bras. Zootec. 41: 726-733.
- Potrich, M., P.M.O.J. Neves, L.F.A. Alves, M. Pizzatto, E.R.L. da Silva, D. Luckmann, A de Gouvea & J.C. Roman. 2011.** Virulência de fungos entomopatogênicos a ninfas de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae). Semina: Ciências Agrárias. 32: 1783-1792.
- Quesada-Moraga, E., E.A.A. Maranhao, P. Valverde-García & C. Santiago-Álvarez. 2006.** Selection of *Beauveria bassiana* isolates for control of the whiteflies *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* on the basis of their virulence, thermal requirements, and toxicogenic activity. Biol. Control. 36:274-287.
- Rahuman, A.A., A. Bagavan, C. Kamaraj, M. Vadivelu, A.A. Zahir, G. Elango & G. Pandiyan. 2009.** Evaluation of indigenous plant extracts against larvae of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Parasitol. Res. 104: 637-643.
- Ramos-López, M.A., S. Pérez, G.C. Rodríguez-Hernández, P. Guevara-Fefer & M.A. Zavala-Sánchez. 2010.** Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Afr. J. Biotechnol. 9: 1359-1365.

- Roel, A.R. 2001.** Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. *Interações*. 1: 43-50.
- Rondelli, V.M., D. Pratissoli, R.A. Polanczyk, E.J. Marques, G.M. Sturm & M.O. Tiburcio 2011.** Associação do óleo de mamona com *Beauveria bassiana* no controle da traça-das-crucíferas. *Pesqui. Agropec. Bras.* 46: 212-214.
- Saito, M.L. & F. Lucchini. 1998.** Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente. Jaguariúna, Embrapa-CNPMA, 46p. (Séries Documentos 12).
- Sampieri, B.R., A. Arnosti, K.C.S. Furquim, G.O. Chierice, G.H. Bechara, P.L.P.F. de Carvalho, P.H. Nunes & M.I. Camargo-Mathias. 2013.** Effect of ricinoleic acid esters from castor oil (*Ricinus communis*) on the oocyte yolk components of the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). *Vet. Parasitol.* 191: 315-322.
- Santiago, G.P., L.E.M. Pádua, P.R.R. Silva, E.M.S. Carvalho & C.B. Maia. 2008.** Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. *Ciênc. Agrotec.* 32: 792-796.
- Singh, V.K. & Singh, D.K. 1996.** Enzyme inhibition by allicin, the molluscicidal agent of *Allium sativum* L. (garlic). *Phytother. Res.* 10: 383-386.
- Torres, A.L., A.L. Boiça Júnior, C.A.M. Medeiros & R. Barros. 2006.** Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. *Bragantia*. 65: 447-457.
- Vasconcelos, G.J.N. de, M.G.C. Gondim Júnior & R. Barros. 2006.** Extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Sterculia foetida* no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Ciênc. Rural.* 36: 1353-1359.
- Venzon, M., M. da C. Rosado, A. Pallini, A. Fialho & C. de J. Pereira. 2007.** Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopsis connexa*. *Pesq. Agropec. Bras.* 42: 627-631.
- Villas Bôas, G.L., F.H. França, A.C. de Ávila & L.C. Bezerra. 1997.** Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasília, Embrapa Hortaliças, 11p. (Circular Técnica 9).
- Vu, V.H., S. Hong & K. Kim. 2007.** Selection of entomopathogenic fungi for aphid control. *J. Biosci. Bioeng.* 104: 498-505.
- Weiss, E.A. 1983.** Oilseed crops. London, Longman, 660p.
- Weissenberg, M., M. Klein, J. Meisner & K. Ascher. 1986.** Larval growth inhibition of the spiny bollworm, *Earias insulana*, by some steroidal secondary plant compounds. *Entomol. Exp. Appl.* 42: 213-217.

Wu, S, Y. Gao, X. Xu, Y. Zhang, J. Wang, Z. Lei & G. Smagghe. 2013. Laboratory and greenhouse evaluation of a new entomopathogenic strain of *Beauveria bassiana* for control of the onion thrips *Thrips tabaci*. *Biocontrol Sci. Tech.* 23: 794-802.

CAPÍTULO 2

EXTRATOS VEGETAIS VISANDO AO MANEJO DE VETORES DE VIROSES NO
TOMATEIRO¹

VANDO M. RONDELLI², DIRCEU PRATISSOLI³, ADILSON V. COSTA⁴, EDMILSON J. MARQUES² E

HUGO JOSÉ G. DOS SANTOS JUNIOR³

²Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av.

Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

³Departamento de Produção Vegetal – NUDEMAFI, Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre, ES, Brasil.

⁴Departamento de Química e Física, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre, ES, Brasil.

¹Rondelli, V.M., D. Pratissoli, A.V. Costa, E.J. Marques & H.J.G. dos Santos Junior. Extratos vegetais visando ao manejo de vetores de viroses no tomateiro. A ser submetido.

RESUMO – O tomateiro, *Solanum lycopersicum*, é uma hortaliça de grande importância econômica, contudo, a ocorrência dos vetores de viroses *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* e *Bemisia tabaci* causam problemas fitossanitários significativos. Diversos trabalhos comprovam a importância de extratos de plantas, como o de fumo, pimenta e alho no manejo de alguns insetos-praga. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar extratos aquosos e etanólicos de fumo, alho-branco e roxo e pimenta-roxa visando ao manejo de vetores de viroses no tomateiro. Para isso, soluções dos extratos aquosos na concentração de 10% e dos extratos etanólicos na concentração de 1% foram aplicadas sobre ninfas dos três vetores de viroses. As concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) dos extratos que causaram mortalidade corrigida superior a 60% também foram estimadas. Os extratos aquosos causaram mortalidade a *F. schultzei* entre 18,3 e 100%, a *M. persicae* entre 34,0 e 100% e a *B. tabaci* entre 44,1 e 97,1%. Os extratos etanólicos causaram mortalidade a *F. schultzei* entre 18,9 e 100%, a *M. persicae* entre 39,5 e 100% e a *B. tabaci* entre 13,0 e 99,3%. O teste de CL indicou que os extratos de fumo foram os mais tóxicos para *F. schultzei*, *M. persicae* e *B. tabaci*. Assim, nas condições avaliadas, pode-se concluir que os extratos aquoso e etanólico de fumo, ao contrário dos extratos de alho, causam maior mortalidade em todos os insetos-praga testados e, o extrato etanólico de pimenta-roxa é eficiente apenas para *M. persicae* e *B. tabaci*.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum*, inseticidas botânicos, tripses, pulgão-verde, mosca-branca

VEGETABLE EXTRACTS AIMING THE MANAGEMENT OF TOMATO VIROSIS

VECTORS

ABSTRACT – Tomato, *Solanum lycopersicum*, is a vegetable of elevated economic importance, however, the occurrence of virosis vectors *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* and *Bemisia tabaci* causes significant phytosanitary problems. Several works confirm the importance of plant extracts, as of tobacco, pepper and garlic on the management of some pest-insects. This way, the objective of this work was to evaluate aqueous and ethanol extracts of tobacco, white and purple garlic and purple pepper aiming the management of tomato virosis vectors. For this purpose, aqueous extract solutions at the concentration of 10% and of ethanol extracts at the concentration of 1% were applied on the nymphs of the three virosis vectors. The lethal concentrations (LC₅₀ and LC₉₀) of the extracts which caused corrected mortality superior to 60% were also estimated. The aqueous extracts caused mortality to *F. schultzei* between 18.3 and 100%, to *M. persicae* between 34.0 and 100% and to *B. tabaci* between 44.1 and 97.1%. The ethanol extracts caused mortality to *F. schultzei* between 18.9 and 100%, to *M. persicae* between 39.5 and 100% and to *B. tabaci* between 13.0 and 99.3%. The LC test indicated that the tobacco extracts were the most toxic to *F. schultzei*, *M. persicae* and *B. tabaci*. This way, on the evaluated conditions, it may be concluded that the aqueous and ethanol extracts of tobacco, unlike the garlic extracts, cause higher mortality to all the tested pest-insects and the ethanol extract of purple pepper is only efficient to *M. persicae* and *B. tabaci*.

KEY WORDS: *Solanum lycopersicum*, botanical insecticides, thrips, green peach aphid, whitefly

Introdução

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae), é uma hortaliça de grande importância econômica (Barbosa *et al.* 2011, Guo *et al.* 2013). Em 2012 o Brasil produziu 3.664.299 t de tomate (IBGE 2013). Essa produção seria maior se não houvesse a ocorrência de insetos-praga, como os vetores de viroses *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae), *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae), que causam injúrias e transmitem várias fitoviroses, causando perdas que podem chegar a 100% (Lima *et al.* 2001, Kurozawa & Pavan 2005, Fornazier *et al.* 2010). O controle dessas pragas geralmente é feito com inseticidas sintéticos, elevando o custo de produção, além do risco de causar intoxicação dos agricultores e contaminação do ambiente e dos alimentos, isto é, se não forem adotadas as boas práticas agrícolas (Roel 2001, Fornazier *et al.* 2010).

Entre as alternativas aos inseticidas sintéticos, o uso dos extratos de plantas têm sido estudados e implementados no mundo para o manejo de artrópodes-pragas na agricultura e pecuária (Venzon *et al.* 2007, Olivo *et al.* 2008, Bestete *et al.* 2011, Iqbal *et al.* 2011, Attia *et al.* 2012, Costa *et al.* 2013). Estes extratos são obtidos de recursos renováveis e são rapidamente degradáveis no ambiente. Além disso, o surgimento de populações resistentes de insetos aos extratos de plantas é um processo lento, pois são compostos da associação de várias substâncias bioativas (Roel 2001). Como exemplo, pode-se citar a atividade inseticida de extratos de plantas como o de fumo (*Nicotiana tabacum* L.) e da pimenta-roxa (*Capsicum chinense* Jacq.) sobre pragas (Lovatto *et al.* 2004, Dequech *et al.* 2008, Castillo-Sánchez *et al.* 2012). Semelhantemente, a toxicidade de extratos de alho (*Allium sativum* L.) (Liliaceae) sobre insetos-praga também vem sendo estudada em pragas como *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) e *M. persicae* (Dutta *et al.* 2005, Fernandes *et al.* 2006, Chakravarthy *et al.* 2008).

Diversos trabalhos comprovam o potencial de extratos de fumo, pimenta e alho no manejo de insetos-praga. Lovatto *et al.* (2004) observaram que o extrato aquoso de fumo reduziu a sobrevivência do pulgão-da-couve, *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). Em outro estudo, constatou-se mortalidade de 100% das larvas de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera, Plutellidae) que se alimentaram de folhas tratadas com extrato aquoso de fumo a 10% (Dequech *et al.* 2009). De acordo com Fernandes *et al.* (2006), os extratos aquosos de alho e fumo reduziram a herbivoria de pragas, como *Junonia evarete* Cramer (Lepidoptera: Nymphalidae) e gafanhotos, em tanchagem (ou transagem) (*Plantago major* L. e *Plantago lanceolata* L.). Chakravarthy *et al.* (2008) demonstraram que o extrato de alho teve efeito de deterrência alimentar em *T. palmi*. Além disso, Castillo-Sánchez *et al.* (2012) avaliando o poder residual do extrato etanólico de *C. chinense* em *B. tabaci* estimaram CL₅₀ de 29,4%, comprovando a atividade inseticida destes extratos no controle de insetos-praga. Diante disso, os extratos de fumo, alho e pimenta podem ser opções no manejo dos vetores de viroses no tomateiro.

Estudos demonstraram que a nicotina, um alcaloide, é o principal composto tóxico encontrado em espécies de fumo e que a atividade inseticida de *C. chinense*, é atribuída a capsaicinoides, da mesma forma que a alicina é o composto tóxico encontrado em bulbos de alho (Weissenberg *et al.* 1986, Iberl *et al.* 1990, Singh & Singh 1996, Saito & Lucchini 1998, Edelson *et al.* 2002, Castillo-Sánchez *et al.* 2012).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade inseticida dos extratos aquosos e etanólicos de fumo, alho-branco e roxo e pimenta-roxa visando ao manejo de *F. schultzei*, *M. persicae* e *B. tabaci*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), situado em Alegre-ES. Foram executadas as seguintes etapas:

Obtenção e Criação dos Insetos. *F. schultzei* foi coletado em flores de plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) no CCA/UFES, *M. persicae* em plantios de couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) no município de Alegre-ES (20° 45' 50" S 41° 31' 58" O) e *B. tabaci* em plantas de tomate no CCA/UFES.

A metodologia de criação de *F. schultzei* foi modificada de Moraes *et al.* (2012). Os insetos foram mantidos em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h, em gaiolas de acrílico de base quadrada de 121,0 cm² e 3,2 cm de altura. Colocou-se papel filtro umedecido no fundo da gaiola para manter a umidade. Para alimentação das ninfas ofereceu-se a cada dois dias uma folha cotiledonar de feijão-de-porco com aproximadamente 18 cm de altura. Estas folhas foram coletadas deixando-se aproximadamente 3 cm do pecíolo para a inserção, primeiramente, em chumaço de algodão, e em seguida, em frascos anestésicos de 0,7 x 5,0 cm (diâmetro e altura) contendo água deionizada para manter sua turgescência. As plantas foram cultivadas em bandejas de isopor de 72 células contendo mistura de solo e esterco bovino na proporção de 6:1.

As gaiolas foram fechadas com filme plástico contendo pequenos furos feitos com um alfinete entomológico. Após a cópula (48h após a emergência dos adultos), fêz-se a sexagem, colocando-se 60 fêmeas em cada gaiola. Para alimentação ofereceu-se diariamente uma folha cotiledonar de feijão-de-porco e pólen de mamona (*Ricinus communis* L.) para aumentar o

desempenho reprodutivo das fêmeas. Em seguida, as posturas foram coletadas diariamente e transferidas para novas gaiolas (Morais *et al.* 2012).

A criação de *M. persicae* foi realizada em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h, sobre discos foliares de couve-manteiga orgânica de 8,0 cm de diâmetro, dentro de placas de Petri de 9,0 x 1,3 cm (diâmetro e altura) revestidas com papel filtro. A cada dois dias, os insetos foram transferidos para placas esterilizadas, as quais continham novos discos foliares (Pinheiro *et al.* 2013).

A criação de *B. tabaci* foi realizada dentro de gaiolas de metal (1,0 x 1,0 x 0,8 m) revestidas com tela anti-afídeo. Os adultos foram mantidos em uma gaiola em sala climatizada a 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h e as ninfas em duas gaiolas em casa telada com temperatura entre 16 e 41 °C. Diariamente, uma planta de tomateiro da cultivar “Alambra F1”, cultivada em vaso de dois litros contendo mistura de solo e esterco bovino na proporção de 6:1 foi oferecida aos adultos para alimentação e postura (Baldin *et al.* 2007).

Obtenção dos Extratos. Foram usados fumo industrializado (*N. tabacum*), frutos maduros da pimenta-roxa (*C. chinense*) (coletados na área do CCA/UFES, em Alegre-ES), alho-roxo proveniente de áreas comerciais de São Gotardo-MG e alho-branco produzido na região serrana do Espírito Santo (*A. sativum*), cujos bulbos foram descascados. O fumo, a pimenta e os alhos foram cortados, secos em estufa de circulação de ar a 40 °C por 72h e moídos em moinho de facas, obtendo-se o pó destes materiais. Para a extração dos compostos secundários hidrossolúveis, os pós foram misturados em água deionizada em erlenmeyer revestido com papel alumínio, sendo mantido em agitador “shaker” por 24h a 200 rpm. Estas soluções foram filtradas em tecido voal obtendo-se os extratos aquosos na concentração de 10% m/v. Na testemunha usou-se água deionizada.

Os extratos etanólicos dos pós dos vegetais foram preparados por maceração em álcool etílico 95% P.A., em erlenmeyer revestido com papel alumínio, mantido sob agitação a 200 rpm por cinco horas, e seguido por filtração com papel filtro. A extração foi repetida por mais duas vezes para ocorrer o esgotamento das substâncias solúveis em álcool. Os filtrados foram armazenados em geladeira e, posteriormente, misturados. Em seguida, foram transferidos para evaporador rotativo a 40 °C sob vácuo para concentrá-los (Oliveira *et al.* 2008), os quais foram utilizados na concentração de 1% m/v em Tween[®] 80 a 0,01% m/v e acetona a 2% v/v. Na testemunha usou-se água deionizada mais Tween[®] 80 a 0,01% m/v e acetona a 2% v/v.

O inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (Platinum Neo[®]) (Syngenta) foi usado como controle positivo na concentração máxima recomendada para o controle dos vetores de viroses no tomateiro, ou seja, 0,075% v/v (75 mL/100L). Como a densidade do produto é de 1,066 m/v, este foi diluído na proporção de 0,08 g em 100 mL de água deionizada, obtendo-se o produto na concentração de 0,08% m/v. Na testemunha usou-se água deionizada.

Teste de Atividade Inseticida. Usou-se no bioensaio de *F. schultzei* ninfas entre 48 e 72h de idade, no primeiro-segundo ínstaes (Pinent & Carvalho 1998). Em placas de Petri (9,0 x 1,3 cm) revestidas com papel filtro, dez ninfas de *F. schultzei* foram transferidas para a face abaxial de folhas cotiledonares de feijão-de-porco (repetição) com o auxílio de um pincel de cerdas finas e um funil branco com o bico cortado, devido à agilidade dos insetos. As soluções foram aplicadas em ambos os lados das folhas. Um chumaço de algodão foi colocado no pecíolo da folha de feijão-de-porco e este foi introduzido em frasco anestésico contendo água deionizada para manter a turgescência da folha. As placas foram fechadas com filme plástico contendo seis furos feitos com um alfinete entomológico para possibilitar trocas gasosas (Pinheiro *et al.* 2013).

No bioensaio com *M. persicae* foram usadas ninfas entre 24 e 48h de idade, no primeiro-segundo ínstaes (Chagas Filho *et al.* 2005). Dez insetos foram colocados na face abaxial de

discos foliares de couve orgânica medindo 4,5 cm de diâmetro (repetição) em placas de Petri (9,0 x 1,3 cm) revestidas com papel filtro. As soluções foram aplicadas em ambos os lados das folhas e a placa de Petri foi fechada (Pinheiro *et al.* 2013).

Para a aplicação das soluções, as folhas contendo os insetos foram pulverizadas em sala climatizada, usando torre de Potter com pressão de 15 lb/pol² e 6 mL de solução para cada lado da folha, tendo-se depositado um volume médio de 1,62 mg/cm² (Rondelli *et al.* 2011). As placas foram mantidas em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12h. As folhas foram trocadas no segundo dia, e novamente quando necessário. A mortalidade foi avaliada até o quinto dia, caracterizada pela total imobilidade dos insetos quando tocados com um pincel de cerdas macias.

Para os experimentos com *B. tabaci*, plantas de tomateiro da cultivar “Alambra F1” com 30 dias de idade em vasos de um litro, contendo mistura de solo e esterco bovino na proporção de 6:1 foram mantidas por 48h na gaiola de adultos da praga para oviposição. As plantas foram levadas para casa telada e quando as ninfas estavam no segundo ínstar, as soluções foram aplicadas em sala climatizada, usando aerógrafo (Super Tool[®]) com bico de 0,35 mm acoplado a um compressor (Wraight *et al.* 2000). O bico do pulverizador foi posicionado à distância de 25 cm das folhas e ambos os lados foram pulverizadas até o escorrimento. O experimento foi mantido em sala climatizada a 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12h. A avaliação da mortalidade foi efetivada no quinto dia, sendo avaliados quatro discos (2,8 cm²) de folíolos da terceira e quarta folhas da planta (repetição). As ninfas vivas foram diferenciadas das mortas por se manterem túrgidas e estarem em estágio de desenvolvimento mais avançado. Calculou-se a média de ninfas mortas dos quatro discos foliares por repetição (Bleicher *et al.* 2007, Islam *et al.* 2010).

Para todos os bioensaios utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 10 repetições. A mortalidade corrigida foi calculada em relação a cada testemunha pela fórmula de Abbott (1925). Os dados foram testados para normalidade e homogeneidade de variância, sendo transformados para $\arcsen(x/100)^{1/2}$. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa R (Ferreira *et al.* 2011).

Estimativa das Concentrações Letais (CL₅₀ e CL₉₀). A estimativa das CL₅₀ e CL₉₀ foi feita com os extratos que causaram mortalidade corrigida superior a 60%. Esta etapa do bioensaio foi realizada de acordo com os procedimentos descritos na etapa destinada ao teste de atividade inseticida. A obtenção dos extratos foi realizada conforme descrito anteriormente. Para a estimativa das concentrações letais foram utilizadas oito concentrações espaçadas em escala logarítmica, sendo os limites inferior (concentração que causa a morte de aproximadamente 15% dos insetos) e superior (concentração que causa a morte de aproximadamente 95% dos insetos) determinados mediante ensaios preliminares, além das respectivas testemunhas (Tabela 1). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. As CL₅₀ e CL₉₀ foram estimadas usando a análise de Probit com auxílio do programa Polo-PC (Finney 1971, LeOra Software 1987).

Resultados e Discussão

Rendimento dos Extratos Etanólicos. Os extratos de fumo, alho-branco, alho-roxo e pimenta-roxa tiveram rendimento de 1,42, 2,43, 3,20 e 5,16% m/m, respectivamente em relação ao pó seco destes materiais. Contudo, Castillo-Sánchez *et al.* (2012) obtiveram rendimento superior do extrato etanólico de *C. chinense* (22%). Bezerra *et al.* (2008) relataram que a época de colheita influencia o rendimento do extrato etanólico. Sendo assim, esta variação no rendimento do extrato

etanólico de pimenta-roxa pode estar relacionada à época de colheita dos frutos, bem como a outros fatores, com diferença nas condições edafoclimáticas de onde as plantas foram cultivadas (Morais 2009).

Teste de Atividade Inseticida. O extrato aquoso de fumo e o lambda-cialotrina + tiametoxam (controle positivo) foram os tratamentos mais eficientes contra *F. schultzei*, sendo observada mortalidade de 100% das ninfas ($F_{4, 45} = 279,86$; $P < 0,0001$) (Tabela 2). Para *M. persicae*, o extrato aquoso de fumo e o lambda-cialotrina + tiametoxam também foram mais eficientes, causando mortalidade de 100% dos insetos ($F_{4, 45} = 70,99$; $P < 0,0001$) (Tabela 2). A mortalidade proporcionada pelos extratos aquosos de pimenta-roxa e de alho-branco foi de 83,1 e 66,0%, respectivamente. A maior mortalidade a *B. tabaci* também foi observada com o extrato aquoso de fumo e o lambda-cialotrina + tiametoxam (97,1 e 96,9%, respectivamente) ($F_{4, 45} = 143,75$; $P < 0,0001$) (Tabela 2). O extrato aquoso de pimenta-roxa também causou considerável mortalidade a *B. tabaci* (81,6%).

O extrato etanólico de fumo e o lambda-cialotrina + tiametoxam foram os tratamentos mais eficientes a *F. schultzei*, proporcionando mortalidade de 100% das ninfas ($F_{4, 45} = 598,98$; $P < 0,0001$) (Tabela 3). Para *M. persicae*, os extratos etanólicos de fumo, pimenta-roxa e o lambda-cialotrina + tiametoxam foram os tratamentos mais tóxicos, causando mortalidade de 100, 95,0 e 100%, respectivamente ($F_{4, 45} = 81,49$; $P < 0,0001$) (Tabela 3). A maior mortalidade a *B. tabaci* foi observada com o extrato etanólico de fumo e o lambda-cialotrina + tiametoxam (99,3 e 96,9%, respectivamente), contudo, a atividade inseticida do extrato etanólico de pimenta-roxa também foi alta (90,7%) ($F_{4, 45} = 171,99$; $P < 0,0001$) (Tabela 3).

O alcaloide nicotina é o principal composto tóxico encontrado em espécies de fumo, contudo, a nornicotina e a anabasina também são encontradas em menor concentração e também possuem atividade inseticida (Saito & Lucchini 1998). A nicotina age no sistema nervoso central

dos insetos se ligando aos receptores da acetilcolina que, após o estímulo, é naturalmente degradada pela enzima acetilcolinesterase, reação que não ocorre quando a nicotina se liga aos receptores da acetilcolina. Assim, a nicotina permanece transmitindo impulsos nervosos, ocasionando a morte do inseto por sobrecarga do sistema nervoso e, conseqüentemente, fadiga muscular (Saito & Lucchini 1998, Aguiar-Menezes 2005). Desta forma, a nicotina provavelmente foi o principal composto responsável pela atividade tóxica sobre os insetos estudados. Choudhary (2003) e Koppad & Shivanna (2010) constataram também que a nicotina afeta o comportamento, a fecundidade e causa efeitos tóxicos a *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae).

O extrato aquoso de fumo causou mortalidade de 100% a *F. schultzei* e *M. persicae*, e de 97,1% a *B. tabaci* (Tabela 2). Em outro estudo, 100% das larvas de *P. xylostella* morreram ao se alimentarem de folhas tratadas com extrato aquoso de fumo a 10%. Além disso, o extrato de fumo a 10% reduziu a oviposição desta praga (Dequech *et al.* 2009, Medeiros *et al.* 2005). Dequech *et al.* (2008) observaram eficiência de controle de 100% de larvas de *Microtheca ochroloma* Stal (Coleoptera: Chrysomelidae) alimentadas com folha de couve-chinesa (*Brassica chinensis* L.) previamente tratada com extrato aquoso de fumo a 10% e em adultos também foi observada mortalidade satisfatória (74%). Além disso, Lovatto *et al.* (2004) observaram que o extrato aquoso de fumo pode reduzir a sobrevivência do pulgão-da-couve, *B. brassicae*.

Extratos de plantas podem interferir no comportamento da população de alguns insetos. De acordo com Fernandes *et al.* (2006), os extratos aquosos de alho e de fumo reduziram a herbivoria e repeliram pragas (lagarta e gafanhotos) em tanchagem (ou transagem) (*P. major* e *P. lanceolata*). Estes mesmos extratos proporcionaram mortalidade de pulgões na cultura do trigo em campo de 57,9% (Iqbal *et al.* 2011). Outros trabalhos demonstraram que o extrato de alho inibiu a infestação de *T. palmi* em pepino (Chakravarthy *et al.* 2008), contudo, não foi eficaz sobre

mirídeos em maçã (Jaastad *et al.* 2009). A alicina é um composto tóxico encontrado em bulbos de alho e, de acordo com Iberl *et al.* (1990), seu conteúdo é de aproximadamente 0,4%. Singh & Singh (1996) observaram que a alicina inibe enzimas, como a acetilcolinesterase.

Espécies de *Capsicum* metabolizam capsaicínoides (Cázares-Sánchez *et al.* 2005). De acordo com Castillo-Sánchez *et al.* (2012), a concentração de capsaicina, dihidrocapsaicina e capsaicínoides totais em extrato etanólico de *C. chinense* foi de 679,4, 514,1 e 1193,6 mg/kg, respectivamente. Contudo, Antonious & Jarret (2006) observaram que o conteúdo de capsaicina em *C. chinense* foi de 2.900 mg/Kg. A atividade inseticida dos capsaicínoides foi observada sobre *M. persicae* e a capsaicina a 0,2% em dieta retardou o crescimento de *Earias insulana* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) (Weissenberg *et al.* 1986, Edelson *et al.* 2002). Desta forma, o efeito tóxico dos extratos de *C. chinense* pode ser associado aos capsaicínoides.

Neste trabalho, os extratos de alho não foram eficazes no controle dos vetores de viroses (Tabelas 2 e 3). Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Nali *et al.* (2004), que ao avaliarem os produtos naturais observaram que uma formulação de alho (Bio alho) apresentou a menor porcentagem média de controle de tripes em videira (23%). Apesar disso, outros métodos de extração dos princípios ativos existentes nesta planta devem ser testados, visto que Roel *et al.* (2000) observaram variação de mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) entre os diferentes solventes usados na extração de *Trichilia pallida* Swartz. Esses mesmos autores também observaram que o uso de diferentes partes da planta alteram a mortalidade da praga, pois podem conter diferentes proporções de princípios ativos.

Estimativa das Concentrações Letais (CL₅₀ e CL₉₀). As CL₅₀ e CL₉₀ do extrato aquoso de fumo sobre *F. schultzei* foram baixas (0,68 e 1,19%, respectivamente). Contudo, a razão de toxicidade do inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam em relação ao extrato aquoso de fumo foi de 453 vezes. Apesar disso, a reta de concentração-mortalidade do extrato aquoso de fumo foi mais

inclinada (5,29) comparada a do lambda-cialotrina + tiametoxam (2,27), de acordo com o erro-padrão (Tabela 4). Retas mais inclinadas proporcionam maior variação na mortalidade da praga em função da variação da concentração do extrato.

O extrato aquoso de fumo foi o mais tóxico para *M. persicae* de acordo com o intervalo de confiança a 95% de probabilidade (IC a 95%) (CL₅₀ e CL₉₀ de 0,3 e 0,68%, respectivamente), sendo a razão de toxicidade em relação ao extrato aquoso de alho-branco de 28,1 vezes (Tabela 5). As CL₅₀ dos extratos aquosos de alho-branco e de pimenta-roxa foram altas (8,42 e 7,08%, respectivamente). No entanto, as CL₅₀ e CL₉₀ do lambda-cialotrina + tiametoxam sobre *M. persicae* foram de apenas 0,00013 e 0,00040%, respectivamente. As retas de concentração-mortalidade dos extratos aquosos de alho-branco, pimenta-roxa e fumo foram as mais inclinadas e não diferiram (4,36, 3,86 e 3,62, respectivamente).

A CL₅₀ do extrato aquoso de fumo sobre *B. tabaci* foi de 0,12% e a CL₉₀ foi de 2,79%. Este extrato foi 29,8 vezes mais tóxico do que o extrato aquoso de pimenta-roxa (Tabela 6). Entretanto, o tratamento mais tóxico para *B. tabaci* foi o lambda-cialotrina + tiametoxam, apresentando CL₅₀ e CL₉₀ de 0,0015 e 0,0256%, respectivamente. A reta de concentração-mortalidade do extrato aquoso de pimenta-roxa foi a mais inclinada (2,18).

As CL₅₀ e CL₉₀ do extrato etanólico de fumo sobre *F. schultzei* foram muito baixas (0,08 e 0,20%, respectivamente). Contudo, a razão de toxicidade do lambda-cialotrina + tiametoxam em relação ao extrato etanólico de fumo foi de 53,3 vezes. De acordo com o erro-padrão, a reta de concentração-mortalidade do extrato etanólico de fumo foi mais inclinada (3,18) comparada a do lambda-cialotrina + tiametoxam (2,27) (Tabela 7).

O extrato etanólico de fumo foi 22 vezes mais tóxico para *M. persicae* do que o de pimenta-roxa. A CL₅₀ dos extratos etanólicos de fumo e de pimenta-roxa foi de 0,017 e 0,374%, respectivamente, enquanto as CL₉₀ dos extratos etanólicos de fumo e de pimenta-roxa foram de

0,047 e 0,789%, respectivamente (Tabela 8). No entanto, as CL₅₀ e CL₉₀ do lambda-cialotrina + tiametoxam sobre *M. persicae* foram de apenas 0,00013 e 0,00040%, respectivamente. A reta de concentração-mortalidade do extrato etanólico de pimenta-roxa foi a mais inclinada (3,95) e as retas de concentração-mortalidade do extrato etanólico de fumo e a do lambda-cialotrina + tiametoxam não diferiram (Tabela 8).

Para *B. tabaci* o extrato etanólico de fumo também foi mais tóxico do que o de pimenta-roxa, sendo a razão de toxicidade destes dois extratos de 13,5 vezes (Tabela 9). As CL₅₀ e CL₉₀ do extrato etanólico de fumo sobre *B. tabaci* foram de 0,015 e 0,124%, respectivamente, e a CL₉₀ do extrato etanólico de pimenta-roxa foi de 0,837%. A CL₉₀ do lambda-cialotrina + tiametoxam sobre *B. tabaci* foi de 0,0256%. As retas de concentração-mortalidade dos extratos etanólicos de fumo e de pimenta-roxa foram as mais inclinadas (2,57 e 2,08, respectivamente).

Sobre *F. schultzei*, *M. persicae* e *B. tabaci* a CL₅₀ do extrato aquoso de fumo variou de 0,12 a 0,68% e a CL₉₀ de 0,68 a 2,79% (Tabelas 4, 5 e 6). Rahuman *et al.* (2009) constataram CL₅₀ e CL₉₀ do extrato aquoso de fumo sobre o mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) de 76 e 334 ppm (0,0076 e 0,0334%), respectivamente, e as CL₅₀ e CL₉₀ do extrato metanólico de fumo sobre *C. quinquefasciatus* foram de 105 e 524 ppm (0,0105 e 0,0524%), respectivamente.

Nesse trabalho foi constatado que o extrato etanólico de *C. chinense* sobre *B. tabaci* proporcionou CL₅₀ de 0,202% (Tabela 9), enquanto que Castillo-Sánchez *et al.* (2012), utilizando o mesmo extrato sobre *B. tabaci* observaram CL₅₀ de 29,4%. Esta diferença de resposta pode ser devida, principalmente, à diferença na forma de exposição do inseto, visto que estes autores avaliaram o poder residual do extrato.

A CL₅₀ do extrato aquoso de alho-branco sobre *M. persicae* (8,42%) (Tabela 5) foi um pouco maior em relação a um extrato comercial de alho, que apresentou CL₅₀ de 6,78% sobre

larvas de segundo ínstar de *Delia radicum* L. (Diptera: Anthomyiidae) e de 4,45% sobre *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Além disso, este extrato a 5% foi eficaz sobre adultos destas duas moscas e inviabilizou aproximadamente 90% dos ovos (Prowse *et al.* 2006). Em outro estudo, a imersão de grãos de feijão nas soluções de extratos aquosos e etanólicos de alho proporcionou CL₅₀ de 0,110 e 0,219 g/L sobre *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) (Denloye 2010). Outro trabalho que demonstra a atividade inseticida do alho, foi o conduzido por Kalu *et al.* (2010), pois observaram que o extrato etanólico de alho sobre *C. quinquefasciatus* proporcionou CL₅₀ de 144, 165 e 184 ppm no primeiro, segundo e terceiro ínstares, respectivamente.

De acordo com Roel (2001), as plantas com propriedades inseticidas, como o alho, fumo e a pimenta-roxa são de fácil obtenção por agricultores, ou mesmo podem ser produzidas pelos próprios agricultores. Além disso, os inseticidas naturais são obtidos de recursos renováveis e geralmente são rapidamente degradáveis no ambiente, sendo uma alternativa de uso na agricultura orgânica.

Os extratos aquoso e etanólico de fumo, ao contrário dos extratos de alho, causam maior mortalidade aos vetores de viroses no tomateiro e o extrato etanólico de pimenta-roxa, é eficiente apenas para *M. persicae* e *B. tabaci*.

Agradecimentos

À Reestruturação e Expansão das Universidades Federais/Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (REUNI/CAPES) pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor; ao Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGEA/UFRPE) e ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário do Centro de Ciências Agrárias da

Universidade Federal do Espírito Santo (NUDEMAFI-CCA/UFES) por apoiarem o desenvolvimento dessa pesquisa; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro.

Literatura Citada

- Abbot, W.S. 1925.** A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Invertebr. Pathol.* 18: 265-267.
- Aguiar-Menezes, E.L. 2005.** Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 58p. (Documentos 205).
- Antonious, G.F. & R.L. Jarret. 2006.** Screening *Capsicum* accessions for capsaicinoids content. *J. Environ. Sci. Health Part B.* 41: 717-29.
- Attia, S., K.L. Grissa, A.C. Maillieux, G. Lognay, S. Heuskin, S. Mayoufi & T. Hance. 2012.** Effective concentrations of garlic distillate (*Allium sativum*) for the control of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). *J. Appl. Entomol.* 136: 302-312.
- 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. *Hortic. Bras.* 25: 602-606.
- Barbosa, J.C., H. Costa, R. Gioria & J.A.M. Rezende. 2011.** Occurrence of tomato chlorosis virus in tomato crops in five brazilian states. *Trop. Plant. Pathol.* 36: 256-258.
- Bestete, L.R., D. Pratisoli, V.T. de Queiroz, F.N. Celestino & L.C. Machado. 2011.** Toxicidade de óleo de mamona a *Helicoverpa zea* e a *Trichogramma pretiosum*. *Pesq. Agropec. Bras.* 46: 791-797.
- Bezerra, A.M.E., S. Medeiros Filho, L.D.M. Oliveira & E.R. Silveira. 2008.** Produção e composição química da macela em função da época de colheita. *Hortic. Bras.* 26: 026-029.
- Bleicher, E., M.E.C. Gonçalves & L. Silva. 2007.** Efeito de derivados de nim aplicados por pulverização sobre a mosca-branca em meloeiro. *Hortic. Bras.* 25: 110-113.
- Castillo-Sánchez, L.E., J.J. Jiménez-Osornio & M.A. Delgado-Herrera. 2012.** Actividad biológica in vitro del extracto de *Capsicum chinense* Jacq contra *Bemisia tabaci* Genn. *Rev. Chapingo Serie Hortic.* 18: 345-356.

- Cázares-Sánchez, E., P. Ramírez-Vallejo, F. Castillo-González, R.M. Soto-Hernández, M.T. Rodríguez-González & J.L. Chávez-Servia. 2005.** Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de chile (*Capsicum annum* L.) del centro-oriente de Yucatán. *Agrociencia*. 39: 627-638.
- Chagas Filho, N.R., M.D. Michelotto, R.A. Silva & A.C. Busoli. 2005.** Desenvolvimento ninfal de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. *Bragantia*. 64: 257-262.
- Chakravarthy, A.K., N.R.P. Kumar & L.V. Kumar. 2008.** Bio-efficacy of GB (Garlic barrier) on insect pests of gherkins (*Cucumis sativus* L: family: Cucurbitaceae). *Pestology*. 32: 33-6.
- Choudhary, S.A. 2003.** Effect of plant extract (nicotine) on *Drosophila melanogaster*. *Ecotoxicol. Environ. Monit.* 13: 315-317.
- Costa, A.V., P.F. Pinheiro, V.M. Rondelli, V.T. de Queiroz, A.C. Tuler, K.B. Brito, P. Stinguel & D. Pratissoli. 2013.** *Cymbopogon citratus* (Poaceae) essential oil on *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Biosci. J.* 29: 1840-1847.
- Denloye, A.A. 2010.** Bioactivity of powder and extracts from garlic, *Allium sativum* L. (Alliaceae) and spring onion, *Allium fistulosum* L. (Alliaceae) against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) on cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Leguminosae) seeds. *Psyche*. 2010: 1-5.
- Dequech, S.T.B., C.D. Sausen, C.G. Lima & R. Egewarth. 2008.** Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: Chrysomelidae), em laboratório. *Rev. Biotemas*. 21: 41-46.
- Dequech, S.T.B., R. Egewarth, C.D. Sausen, V.S. Sturza & L. do P. Ribeiro. 2009.** Ação de extratos de plantas na oviposição e na mortalidade da traça-das-crucíferas. *Ciênc. Rural*. 39: 551-554.
- Dutta, I., P. Saha, P. Majumder, A. Sarkar, D. Chakraborti, S. Banerjee & S. Das. 2005.** The efficacy of a novel insecticidal protein, *Allium sativum* leaf lectin (ASAL), against homopteran insects monitored in transgenic tobacco. *Plant Biotechnol. J.* 3: 601-611.
- Edelson, J., J. Dutie & W. Roberts. 2002.** Toxicity of biorational insecticides activity against the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer). *Pest Manag. Sci.* 58: 255-260.
- Fernandes, J.M., E.M. Serigatto, A.S. de Luca & R.E. Egewarth. 2006.** Efeito de soluções de origem vegetal na herbivoria de duas espécies de tanchagem (*Plantago major* L. e *Plantago lanceolata* L.). *Rev. Biol. Ciênc. Terra*. 6: 35-41.
- Ferreira, E.B., P.P. Cavalcanti, D.A. Nogueira. 2011.** Experimental Designs: um pacote R para análise de experimentos. *Rev. Estatística UFOP*. 1: 1-9.

- Finney, D.J. 1971.** Probit Analysis. London, Cambridge University Press, 333p.
- Fornazier, M.J., D. Pratisoli & D. dos S. Martins. 2010.** Principais pragas da cultura do tomateiro estaqueado na região das montanhas do Espírito Santo, p. 185-226. In INCAPER (ed.), Tomate. Vitória, INCAPER, 430p.
- Guo, G., J. Gao, X. Wang, Y. Guo, J.C. Snyder & Y. Du. 2013.** Establishment of an in vitro method for evaluating whitefly resistance in tomato. *Breed. Sci.* 63: 239-245.
- Iberl, B, G. Winkler, B. Müller & K. Knobloch. 1990.** Quantitative determination of Allicin and Alliin from Garlic by HPLC. *Planta Med.* 56: 320-326.
- IBGE. 2013.** (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301.pdf>. Acesso em 13 de jan. 2013.
- Iqbal, M.F., M.H. Kahloon, M.R. Nawaz & M.I. Javaid. 2011.** Effectiveness of some botanical extracts on wheat aphids. *J. Anim. Pl. Sci.* 21: 114-115.
- Islam, M.T., S.J. Castle & S. Ren. 2010.** Compatibility of the insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana* with neem against sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, on eggplant. *Entomol. Exp. Appl.* 134: 28-34.
- Jaastad, G., N. Trandemb, B. Hovland & S. Mogan. 2009.** Effect of botanically derived pesticides on mirid pests and beneficials in apple. *Crop Prot.* 28: 309-313.
- Kalu, I.G., U. Ofoegbu, J. Eroegbusi, C.U. Nwachukwu & B. Ibeh. 2010.** Larvicidal activities of ethanol extract of *Allium sativum* (garlic bulb) against the filarial vector, *Culex quinquefasciatus*. *J. Med. Plant. Res.* 4: 496-498.
- Koppad, G.R. & N. Shivanna. 2010.** Effect of nicotine on larval behaviour and fitness in *Drosophila melanogaster*. *J. Biopest.* 3: 222-226.
- Kurozawa, C. & M.A. Pavan. 2005.** Doenças do tomateiro, p. 607-626. In Kimati, H., L. Amorim, J.A.M. Rezende, A. Bergamin Filho & L.E.A. Camargo. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo, Agronômica Ceres Ltda, 663p.
- LeOra Software. 1987.** POLO-PC: a User's Guide to Probit or Logit Analyses. Berkeley, California.
- Lima, M.F., I.C. Bezerra, S.G. Ribeiro & A.C. Ávila. 2001.** Distribuição de geminivírus nas culturas do tomate e pimentão em doze municípios do submédio do Vale São Francisco. *Fitopatol. Bras.* 26: 81-85.

- Lovatto, P.B., M. Gladis & C.H. Thomé. 2004.** Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). Ciênc. Rural. 34: 971-978.
- Medeiros, C.A.M., A.L. Boiça Junior & A.L. Torres. 2005.** Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traça-das-crucíferas, em couve. Bragantia. 64: 227-232.
- Morais, F.M. de, R. Barros & M.G. Gondim Junior. 2012.** Técnicas de criação de tripes fitófagos, p. 267-281. In Pratisoli, D. Técnicas de criação de pragas de importância agrícola, em dietas naturais. Vitória, EDUFES, 308p.
- Morais, L.A.S. 2009.** Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. Hortic. Bras. 27: S4050-S4063.
- Nali, L.R., F.R. Barbosa, C.A.L. de Carvalho & J.B.C. dos Santos. 2004.** Eficiência de inseticidas naturais e tiametoxam no controle de tripes em videira e seletividade para inimigos naturais. Pesticidas: R.Ecotoxicol. e Meio Ambiente. 14: 103-108.
- Oliveira, R.B. de, M.V.M. Nascimento, M.C. Valadares, J.R. de Paula, E.A. Costa & L.C. da Cunha. 2008.** Avaliação dos efeitos depressores centrais do extrato etanólico das folhas de *Synadenium umbellatum* Pax. e de suas frações em camundongos albinos. Rev. Bras. Cienc. Farm. 44: 485-491.
- Olivo, C.J., N.M. de Carvalho, J.H.S. da Silva, F.F. Vogel, P. Massariol, G. Meinerz, C. Agnolin, A.F. Morel & L.V. Viau. 2008.** Óleo de citronela no controle do carrapato de bovinos. Ciênc. Rural. 38: 406-410.
- Pinent, S.M.J. & G.S. Carvalho. 1998.** Biologia de *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) em tomateiro. Na. Soc. Entomol. Bras. 27: 519-524.
- Pinheiro, P.F., V.T. de Queiroz, V.M. Rondelli, A.V. Costa, T. de P. Marcelino & D. Pratisoli. 2013.** Insecticidal activity of citronella grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. Ciênc. Agrotec. 37: 138-144.
- Prowse, G.M., T.S. Galloway & A. Foggo. 2006.** Insecticidal activity of garlic juice in two dipteran pests. Agric. For. Entomol. 8: 1-6.
- Rahuman, A.A., A. Bagavan, C. Kamaraj, M. Vadivelu, A.A. Zahir, G. Elango & G. Pandiyan. 2009.** Evaluation of indigenous plant extracts against larvae of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Parasitol. Res. 104: 637-643.
- Roel, A.R., J.D. Vendramim, R.T.S. Frighetto & N. Frighetto. 2000.** Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). An. Soc. Entomol. Bras. 29: 799-808.
- Roel, A.R. 2001.** Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. Interações. 1: 43-50.

- Rondelli, V.M., D. Pratissoli, R.A. Polanczyk, E.J. Marques, G.M. Sturm & M.O. Tiburcio. 2011.** Associação do óleo de mamona com *Beauveria bassiana* no controle da traça-das-crucíferas. *Pesq. Agropec. Bras.* 46: 212-214.
- Saito, M.L. & F. Lucchini. 1998.** Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente. Jaguariúna, Embrapa-CNPMA, 46p. (Séries Documentos 12).
- Singh, V.K. & Singh, D.K. 1996.** Enzyme inhibition by allicin, the molluscicidal agent of *Allium sativum* L. (garlic). *Phytother. Res.* 10: 383-386.
- Venzon, M., M. da C. Rosado, A. Pallini, A. Fialho & C. de J. Pereira. 2007.** Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopis connexa*. *Pesq. Agropec. Bras.* 42: 627-631.
- Weissenberg, M., M. Klein, J. Meisner & K. Ascher. 1986.** Larval growth inhibition of the spiny bollworm, *Earias insulana*, by some steroidal secondary plant compounds. *Entomol. Exp. Appl.* 42: 213-217.
- Wraight, S.P., R.I. Carruthers, S.T. Jaronski, C.A. Bradley, C.J. Garza & S. Galaini-Wraight. 2000.** Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Biol. Control.* 17: 203-217.

Tabela 1. Limites inferior e superior das concentrações de extratos aquosos e etanólicos de plantas e do inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo[®]) (controle positivo), em porcentagem (m/v), para estimativa das concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) sobre ninfas de *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* e *Bemisia tabaci*.

Tratamentos	<i>F. schultzei</i>	<i>M. persicae</i>	<i>B. tabaci</i>
Fumo (aquoso)	0,02 – 1,7	0,02 – 0,9	0,01 – 10,0
Fumo (etanólico)	0,0045 – 0,2	0,001 – 0,2	0,004 – 0,25
Alho-branco (aquoso)	¹	1,3 – 10,0	¹
Pimenta-roxa (aquoso)	¹	1,8 – 15,0	1,0 – 17,0
Pimenta-roxa (etanólico)	¹	0,2 – 1,3	0,13 – 1,7
L-C + T	0,00032 – 0,02132	0,00002 – 0,00069	0,00010 – 0,08000

¹Não se avaliou.

Tabela 2. Mortalidade corrigida (%) de ninfas de *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* e *Bemisia tabaci* causada por extratos aquosos de plantas e o inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo[®]), após cinco dias^{1, 2}.

Tratamentos	Concentração (% m/v)	<i>F. schultzei</i>	<i>M. persicae</i>	<i>B. tabaci</i>
Fumo	10	100,0 ± 0,00 a	100,0 ± 0,00 a	97,1 ± 0,54 a
Alho-roxo	10	18,3 ± 2,82 c	34,0 ± 4,36 d	45,4 ± 3,02 c
Alho-branco	10	33,0 ± 4,71 b	66,0 ± 4,78 c	44,1 ± 3,16 c
Pimenta-roxa	10	36,2 ± 3,76 b	83,1 ± 4,45 b	81,6 ± 2,01 b
L-C + T	0,08 ³	100,0 ± 0,00 a	100,0 ± 0,00 a	96,9 ± 0,75 a

¹Médias (± EP) (n = 10 repetições) seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Para análise, os dados foram transformados para $\arcsen(x/100)^{1/2}$.

³0,08% m/v = 0,075% v/v = 75 mL/100L (controle positivo na concentração máxima recomendada para o controle dos vetores de viroses no tomateiro).

Tabela 3. Mortalidade corrigida (%) de ninfas de *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* e *Bemisia tabaci* causada por extratos etanólicos de plantas e o inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo[®]), após cinco dias^{1,2}.

Tratamentos	Concentração (% m/v)	<i>F. schultzei</i>	<i>M. persicae</i>	<i>B. tabaci</i>
Fumo	1	100,0 ± 0,00 a	100,0 ± 0,00 a	99,3 ± 0,25 a
Alho-roxo	1	18,9 ± 2,12 c	39,5 ± 6,45 c	47,0 ± 1,92 c
Alho-branco	1	31,0 ± 2,14 b	56,1 ± 4,42 b	13,0 ± 2,41 d
Pimenta-roxa	1	26,5 ± 3,05 bc	95,0 ± 3,09 a	90,7 ± 3,00 b
L-C + T	0,08 ³	100,0 ± 0,00 a	100,0 ± 0,00 a	96,9 ± 0,75 ab

¹Médias (± EP) (n = 10 repetições) seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Para análise, os dados foram transformados para $\arcsen(x/100)^{1/2}$.

³0,08% m/v = 0,075% v/v = 75 mL/100L (controle positivo na concentração máxima recomendada para o controle dos vetores de viroses no tomateiro).

Tabela 4. Toxicidade do extrato aquoso de fumo e do inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo[®]) sobre ninfas de 48-72h de idade, primeiro-segundo ínstaes, de *Frankliniella schultzei*, após cinco dias. Temp.: 25 ± 1 °C, UR: 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Tratamentos	N ¹	Inclinação ± EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	RT ₅₀ ⁴	χ ² (GL) ⁵
Fumo	339	5,29 ± 0,82 a	0,68 (0,58 – 0,77) b	1,19 (1,06 – 1,43) b	–	4,59 (5)
L-C + T ⁶	384	2,27 ± 0,22 b	0,0015 (0,0012 – 0,0019) a	0,0056 (0,0044 – 0,0076) a	453	2,63 (6)

¹Número de insetos usados no bioensaio.

²Erro-padrão (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo erro-padrão).

³Concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade (IC a 95%) (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo IC a 95%).

⁴Razão de toxicidade = maior CL₅₀/menor CL₅₀.

⁵Qui-quadrado e graus de liberdade.

⁶Controle positivo.

Tabela 5. Toxicidade de extratos aquosos de plantas e do inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo[®]) sobre ninfas de 24-48h de idade, primeiro-segundo ínstaes, de *Myzus persicae*, após cinco dias. Temp.: 25 ± 1 °C, UR: 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Tratamentos	N ¹	Inclinação ± EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	RT ₅₀ ⁴	χ ² (GL) ⁵
Fumo	299	3,62 ± 0,59 a	0,30 (0,23 – 0,36) b	0,68 (0,56 – 0,92) b	28,1	3,45 (4)
Alho-branco	301	4,36 ± 1,03 a	8,42 (7,29 – 10,12) c	⁷	–	1,32 (4)
Pimenta-roxa	370	3,86 ± 0,59 a	7,08 (5,89 – 8,04) c	⁷	1,2	4,36 (5)
L-C + T ⁶	355	2,61 ± 0,28 b	0,00013 (0,00011 – 0,00015) a	0,00040 (0,00032 – 0,00054) a	64769	1,61 (5)

¹Número de insetos usados no bioensaio.

²Erro-padrão (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo erro-padrão).

³Concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade (IC a 95%) (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo IC a 95%).

⁴Razão de toxicidade = maior CL₅₀/outras CL₅₀.

⁵Qui-quadrado e graus de liberdade.

⁶Controle positivo.

⁷A CL₉₀ e o IC a 95% não puderam ser estimados devido à baixa atividade inseticida do extrato.

Tabela 6. Toxicidade de extratos aquosos de plantas e do inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo[®]) sobre ninfas de segundo ínstar de *Bemisia tabaci*, após cinco dias. Temp.: 25 ± 2 °C, UR: 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Tratamentos	N ¹	Inclinação ± EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	RT ₅₀ ⁴	χ ² (GL) ⁵
Fumo	2165	0,94 ± 0,04 c	0,12 (0,09 – 0,16) b	2,79 (1,92 – 4,39) b	29,8	7,76 (5)
Pimenta-roxa	2140	2,18 ± 0,09 a	3,57 (3,31 – 3,84) c	13,86 (12,42 – 15,69) c	–	3,14 (5)
L-C + T ⁶	2629	1,05 ± 0,04 b	0,0015 (0,0013 – 0,0018) a	0,0256 (0,0211 – 0,0316) a	2380	5,43 (6)

¹Número de insetos usados no bioensaio.

²Erro-padrão (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo erro-padrão).

³Concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade (IC a 95%) (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo IC a 95%).

⁴Razão de toxicidade = maior CL₅₀/outras CL₅₀.

⁵Qui-quadrado e graus de liberdade.

⁶Controle positivo.

Tabela 7. Toxicidade do extrato etanólico de fumo e do inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo[®]) sobre ninfas de 48-72h de idade, primeiro-segundo ínstaes, de *Frankliniella schultzei*, após cinco dias. Temp.: 25 ± 1 °C, UR: 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Tratamentos	N ¹	Inclinação ± EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	RT ₅₀ ⁴	χ ² (GL) ⁵
Fumo	373	3,18 ± 0,48 a	0,08 (0,06 – 0,09) b	0,20 (0,16 – 0,28) b	–	1,34 (5)
L-C + T ⁶	384	2,27 ± 0,22 b	0,0015 (0,0012 – 0,0019) a	0,0056 (0,0044 – 0,0076) a	53,3	2,63 (6)

¹Número de insetos usados no bioensaio.

²Erro-padrão (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo erro-padrão).

³Concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade (IC a 95%) (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo IC a 95%).

⁴Razão de toxicidade = maior CL₅₀/menor CL₅₀.

⁵Qui-quadrado e graus de liberdade.

⁶Controle positivo.

Tabela 8. Toxicidade de extratos etanólicos de plantas e do inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo[®]) sobre ninfas de 24-48h de idade, primeiro-segundo ínstaes, de *Myzus persicae*, após cinco dias. Temp.: 25 ± 1 °C, UR: 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Tratamentos	N ¹	Inclinação ± EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	RT ₅₀ ⁴	χ ² (GL) ⁵
Fumo	371	2,86 ± 0,28 b	0,017 (0,014 – 0,020) b	0,047 (0,038 – 0,062) b	22,0	2,02 (5)
Pimenta-roxa	426	3,95 ± 0,37 a	0,374 (0,331 – 0,416) c	0,789 (0,693 – 0,932) c	–	3,32 (6)
L-C + T ⁶	355	2,61 ± 0,28 b	0,00013 (0,00011 – 0,00015) a	0,00040 (0,00032 – 0,00054) a	2877	1,61 (5)

¹Número de insetos usados no bioensaio.

²Erro-padrão (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo erro-padrão).

³Concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade (IC a 95%) (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo IC a 95%).

⁴Razão de toxicidade = maior CL₅₀/outras CL₅₀.

⁵Qui-quadrado e graus de liberdade.

⁶Controle positivo.

Tabela 9. Toxicidade de extratos etanólicos de plantas e do inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo[®]) sobre ninfas de segundo ínstar de *Bemisia tabaci*, após cinco dias. Temp.: 25 ± 2 °C, UR: 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Tratamentos	N ¹	Inclinação ± EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	RT ₅₀ ⁴	χ ² (GL) ⁵
Fumo	2691	2,57 ± 0,96 a	0,015 (0,014 – 0,017) b	0,124 (0,106 – 0,148) b	13,5	4,42 (6)
Pimenta-roxa	1925	2,08 ± 0,10 a	0,203 (0,174 – 0,233) c	0,837 (0,714 – 1,015) c	–	6,54 (5)
L-C + T ⁶	2629	1,05 ± 0,04 b	0,0015 (0,0013 – 0,0018) a	0,0256 (0,0211 – 0,0316) a	135,3	5,43 (6)

¹Número de insetos usados no bioensaio.

²Erro-padrão (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo erro-padrão).

³Concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade (IC a 95%) (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo IC a 95%).

⁴Razão de toxicidade = maior CL₅₀/outras CL₅₀.

⁵Qui-quadrado e graus de liberdade.

⁶Controle positivo.

CAPÍTULO 3

DERIVADOS DA MAMONA VISANDO AO MANEJO DE VETORES DE VIROSES NO TOMATEIRO¹

VANDO M. RONDELLI², DIRCEU PRATISSOLI³, VAGNER T. DE QUEIROZ⁴, EDMILSON J.
MARQUES² E HUGO JOSÉ G. DOS SANTOS JUNIOR³

²Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av.

Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

³Departamento de Produção Vegetal – NUDEMAFI, Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre, ES, Brasil.

⁴Departamento de Química e Física, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre, ES, Brasil.

¹Rondelli, V.M., D. Pratissoli, V.T. de Queiroz, E.J. Marques & H.J.G. dos Santos Junior.
Derivados da mamona visando ao manejo de vetores de viroses no tomateiro. A ser submetido.

RESUMO – A busca por alternativas de manejo aos insetos-praga é uma constante, e a utilização de compostos oriundos de plantas, é cada vez mais pesquisado e adotado em alguns sistemas agrícolas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar derivados da mamona visando ao manejo de vetores de viroses no tomateiro, *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* e *Bemisia tabaci*. Desta forma, foram avaliados o óleo de mamona, a torta de mamona, o ricinoleato de sódio, o ácido ricinoléico e o inseticida químico sintético lambda-cialotrina + tiametoxam (Platinum Neo[®]) (controle positivo). Para isso, foram pulverizadas sobre ninfas dos três vetores de viroses soluções na concentração de 5% para os compostos da mamona e, uma solução do inseticida químico sintético de acordo com a recomendação do fabricante. As concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) dos extratos que causaram mortalidade corrigida superior a 60% também foram estimadas. Os derivados da mamona causaram mortalidade a *F. schultzei* entre 3,9 e 54,9%, a *M. persicae* entre 90,3 e 100% e a *B. tabaci* entre 13,9 e 97,1%. O teste de CL indicou que os extratos mais eficientes sobre *M. persicae* são o ricinoleato de sódio, seguido pelo óleo de mamona e o extrato da torta de mamona em tampão e sobre *B. tabaci* são o ricinoleato de sódio, o óleo de mamona e o ácido ricinoléico, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum*, inseticidas botânicos, *Ricinus communis*, tripes, pulgão-verde, mosca-branca

CASTOR BEAN DERIVATIVES AIMING THE MANAGEMENT OF TOMATO VIROSIS VECTORS

ABSTRACT – The search for alternate ways of management to the pest-insects is a constant, and the use of compounds derived from plants is each time more researched and adopted in some agricultural systems. This way, the objective of this work was to evaluate castor bean derivatives aiming the management of tomato virosis vectors, *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* and *Bemisia tabaci*. Therefore, castor bean oil, castor bean pie, sodium ricinoleate, ricinoleic acid and the chemical synthetic insecticide thiamethoxam + lambda-cyhalothrin (Platinum Neo[®]) (positive control) were evaluated. For this purpose, solutions at the concentration of 5% for castor bean compounds and one solution of the chemical synthetic insecticide, according to the fabricant recommendations were sprayed on the three virosis vectors nymphs. The lethal concentrations (LC₅₀ and LC₉₀) of the extracts which caused corrected mortality superior to 60% were also estimated. The derivatives of castor bean caused mortality to *F. schultzei* between 3.9 and 54.9%, to *M. persicae* between 90.3 and 100% and to *B. tabaci* between 13.9 and 97.1%. The LC test indicated that the most efficient extracts on *M. persicae* are sodium ricinoleate, followed by castor bean oil and the castor bean pie extract in buffer and on *B. tabaci* is sodium ricinoleate, the castor bean oil and the ricinoleic acid, respectively.

KEY WORDS: *Solanum lycopersicum*, botanical insecticides, *Ricinus communis*, thrips, green peach aphid, whitefly

Introdução

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae), é a hortaliça mais estudada e consumida no mundo (Barbosa *et al.* 2011, Guo *et al.* 2013). No Brasil, em 2012 a produção foi de 3.664.299 t (IBGE 2013). A produção do tomate no Brasil poderia ser maior, se não fosse os danos causados a esta cultura por pragas e patógenos (Kurozawa & Pavan 2005, Fornazier *et al.* 2010). Entre os insetos-praga, estão os vetores de viroses *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae), *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae). As perdas ocasionadas por essas pragas são relacionadas à sucção de seiva e a transmissão de fitoviroses (Kurozawa & Pavan 2005, Borbón *et al.* 2006, Fornazier *et al.* 2010).

F. schultzei transmite *Tospovirus* (vira-cabeça do tomateiro), *Groundnut ring spot virus* (GRSV) e *Tomato spotted wilt virus* (TSWV). A incidência de *Tospovirus* é de 50 a 90% (Borbón *et al.* 2006, Fornazier *et al.* 2010). *M. persicae* transmite *Potato virus Y* (PVY) (vírus Y), *Tomato yellow top virus* (ToYTV) (topo amarelo) e *Tomato bottom yellow leaf virus* (TBYLV) (amarelo baixeiro). No Brasil, PVY causa perdas de 20 a 70% e ToYTV pode reduzir a produção de flores e frutos em aproximadamente 85% (Kurozawa & Pavan 2005). *B. tabaci* transmite geminivírus. Esta virose pode causar perdas de até 100% em algumas áreas (Lima *et al.* 2001, Fornazier *et al.* 2010).

Os inseticidas sintéticos geralmente são utilizados para reduzir o nível populacional de vetores de viroses no tomateiro (Raetano *et al.* 2003, Fornazier *et al.* 2010). Contudo, a utilização constante destes produtos pode selecionar populações resistentes, devido à necessidade de aplicações frequentes, além de ocasionar inúmeros efeitos colaterais negativos (Nimbalkar *et al.* 2009). Desta forma, métodos alternativos visando o manejo de pragas agrícolas têm sido estudados (Roel 2001, Santiago *et al.* 2008, Mushobozy *et al.* 2009).

As plantas produzem compostos tóxicos aos herbívoros que podem ser extraídos dos seus tecidos e utilizados de forma alternativa para manejar insetos-praga (Torres *et al.* 2006, Vasconcelos *et al.* 2006, Santiago *et al.* 2008, Boiça Júnior *et al.* 2013, Costa *et al.* 2013). A mamona, *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae), é uma planta perene nativa de regiões tropicais e subtropicais do mundo que produz sementes mesmo em ambientes com baixa precipitação pluviométrica (Hoffman *et al.* 2007, Furtado *et al.* 2012). Suas sementes são submetidas à prensagem obtendo-se o óleo que é utilizado para a produção de biodiesel, e a torta como subproduto (Melo *et al.* 2008, Pompeu *et al.* 2012). A atividade inseticida do óleo de mamona já foi constatada sobre *B. tabaci*, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Chrysomelidae) (Paula Neto & Bleicher 2003, Mushobozy *et al.* 2009, Bestete *et al.* 2011, Rondelli *et al.* 2011).

Triacilglicerol compõe a maior proporção do óleo de mamona e 80,5% deste composto é ricinoléina, que quando hidrolizada origina o ácido ricinoléico (Weiss 1983, Moshkin 1986, Costa *et al.* 2004). Este ácido inibe a reprodução do carrapato *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille) (Acari: Ixodidae) e pode ser um dos compostos do óleo de mamona com propriedade inseticida (Arnosti *et al.* 2011, Sampieri *et al.* 2013). Além disso, na torta de mamona é encontrada a ricina, uma potente toxina (Moshkin 1986, Pinkerton *et al.* 1999). Diante disso, os extratos derivados da mamona podem ser opções no manejo dos vetores de viroses no tomateiro e serem utilizados na agricultura orgânica.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade inseticida do óleo de mamona, da torta de mamona, do ricinoleato de sódio, do ácido ricinoléico e do inseticida sintético lambda-cialotrina + tiametoxam (controle positivo), visando ao manejo dos insetos vetores de viroses no tomateiro, *F. schultzei*, *M. persicae* e *B. tabaci*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), situado em Alegre-ES. Foram executadas as seguintes etapas:

Obtenção e Criação dos Insetos. *F. schultzei* foi coletado em flores de plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) no CCA/UFES, *M. persicae* em plantios de couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) no município de Alegre-ES (20° 45' 50" S 41° 31' 58" O) e *B. tabaci* em plantas de tomate no CCA/UFES.

A metodologia de criação de *F. schultzei* foi modificada de Moraes *et al.* (2012). Os insetos foram mantidos em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h, em gaiolas de acrílico de base quadrada de 121,0 cm² e 3,2 cm de altura. Colocou-se papel filtro umedecido no fundo da gaiola para manter a umidade. Para alimentação das ninfas ofereceu-se a cada dois dias uma folha cotiledonar de feijão-de-porco com aproximadamente 18 cm de altura. Estas folhas foram coletadas deixando-se aproximadamente 3 cm do pecíolo para a inserção, primeiramente, em chumaço de algodão, e em seguida, em frascos anestésicos de 0,7 x 5,0 cm (diâmetro e altura) contendo água deionizada para manter sua turgescência. As plantas foram cultivadas em bandejas de isopor de 72 células contendo mistura de solo e esterco bovino na proporção de 6:1.

As gaiolas foram fechadas com filme plástico contendo pequenos furos feitos com um alfinete entomológico. Após a cópula (48h após a emergência dos adultos), fêz-se a sexagem, colocando-se 60 fêmeas em cada gaiola. Para alimentação ofereceu-se diariamente uma folha cotiledonar de feijão-de-porco e pólen de mamona (*Ricinus communis* L.) para aumentar o

desempenho reprodutivo das fêmeas. Em seguida, as posturas foram coletadas diariamente e transferidas para novas gaiolas (Morais *et al.* 2012).

A criação de *M. persicae* foi realizada em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h, sobre discos foliares de couve-manteiga orgânica de 8,0 cm de diâmetro, dentro de placas de Petri de 9,0 x 1,3 cm (diâmetro e altura) revestidas com papel filtro. A cada dois dias, os insetos foram transferidos para placas esterilizadas, as quais continham novos discos foliares (Pinheiro *et al.* 2013).

A criação de *B. tabaci* foi realizada dentro de gaiolas de metal (1,0 x 1,0 x 0,8 m) revestidas com tela anti-afídeo. Os adultos foram mantidos em uma gaiola em sala climatizada a 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h e as ninfas em duas gaiolas em casa telada com temperatura entre 16 e 41 °C. Diariamente, uma planta de tomateiro da cultivar “Alambra F1”, cultivada em vaso de dois litros contendo mistura de solo e esterco bovino na proporção de 6:1 foi oferecida aos adultos para alimentação e postura (Baldin *et al.* 2007).

Obtenção dos Derivados da Mamona. Foram avaliados o óleo e a torta de mamona, o ricinoleato de sódio, o ácido ricinoléico e o inseticida sintético lambda-cialotrina + tiametoxam (Platinum Neo[®]) (Syngenta), como controle positivo. Para a obtenção do óleo e da torta de mamona, frutos maduros da mamoneira (*R. communis*) da variedade “IAC 80” foram coletados em Irecê-BA, e expostos ao sol para secagem completa e desprendimento das sementes, que foram, em seguida, submetidas à prensagem a frio.

O óleo de mamona foi utilizado na concentração de 5% m/v em Tween[®] 80 a 0,01% m/v e acetona a 2% v/v. Na testemunha usou-se água deionizada mais Tween[®] 80 a 0,01% m/v e acetona a 2% v/v. O extrato da torta de mamona foi obtido a partir de 20 g de torta moída em cadinho. Em seguida, o material vegetal foi transferido para béquer contendo solução tampão KH₂PO₄, NaCl e Na₂HPO₄, de massas respectivamente: 3,40; 0,88; e 3,55 g/L de água deionizada

(pH 6,0). A mistura foi mantida em agitador magnético por 30 min. e posteriormente foi filtrada em tecido voal. O extrato obtido foi diluído em relação à massa da torta para a concentração de 5% m/v, usando a solução tamponada citada anteriormente. Na testemunha utilizou-se apenas solução tamponada. O mesmo procedimento realizado para obtenção do extrato da torta de mamona utilizando solução tampão também foi realizado utilizando água deionizada para observar se a atividade inseticida deste extrato em água deionizada era menor. Neste caso, na testemunha utilizou-se água deionizada.

O ricinoleato de sódio (Suíça produtos químicos, código 060109, Espírito Santo, Brasil) foi utilizado na concentração de 5% m/v em água deionizada. Na testemunha usou-se água deionizada. O ácido ricinoléico foi obtido a partir do ricinoleato de sódio (5% m/v), acrescentando HCl até pH 7,0. Considerando que esta reação além de formar o ácido ricinoléico libera NaCl, a testemunha foi preparada contendo a mesma quantidade de NaCl produzida na reação e o valor de pH foi ajustado para 7,0.

O inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (Platinum Neo[®]) foi usado na concentração máxima recomendada para o controle dos vetores de viroses no tomateiro, ou seja, 0,075% v/v (75 mL/100L). Como a densidade do produto é de 1,066 m/v, este foi diluído na proporção de 0,08 g em 100 mL de água deionizada, obtendo-se o produto na concentração de 0,08% m/v. Na testemunha usou-se água deionizada.

Teste de Atividade Inseticida. Usou-se no bioensaio de *F. schultzei* ninfas entre 48 e 72h de idade, no primeiro-segundo ínstaes (Pinent & Carvalho 1998). Em placas de Petri (9,0 x 1,3 cm) revestidas com papel filtro, dez ninfas de *F. schultzei* foram transferidas para a face abaxial de folhas cotiledonares de feijão-de-porco (repetição) com o auxílio de um pincel de cerdas finas e um funil branco com o bico cortado, devido à agilidade dos insetos. As soluções foram aplicadas em ambos os lados das folhas. Um chumaço de algodão foi colocado no pecíolo da folha de

feijão-de-porco e este foi introduzido em frasco anestésico contendo água deionizada para manter a turgescência da folha. As placas foram fechadas com filme plástico contendo seis furos feitos com um alfinete entomológico para possibilitar trocas gasosas (Pinheiro *et al.* 2013).

No bioensaio com *M. persicae* foram usadas ninfas entre 24 e 48h de idade, no primeiro-segundo ínstaes (Chagas Filho *et al.* 2005). Dez insetos foram colocados na face abaxial de discos foliares de couve orgânica medindo 4,5 cm de diâmetro (repetição) em placas de Petri (9,0 x 1,3 cm) revestidas com papel filtro. As soluções foram aplicadas em ambos os lados das folhas e a placa de Petri foi fechada (Pinheiro *et al.* 2013).

Para a aplicação das soluções, as folhas contendo os insetos foram pulverizadas em sala climatizada, usando torre de Potter com pressão de 15 lb/pol² e 6 mL de solução para cada lado da folha, tendo-se depositado um volume médio de 1,62 mg/cm² (Rondelli *et al.* 2011). As placas foram mantidas em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12h. As folhas foram trocadas no segundo dia, e novamente quando necessário. A mortalidade foi avaliada até o quinto dia, caracterizada pela total imobilidade dos insetos quando tocados com um pincel de cerdas macias.

Para os experimentos com *B. tabaci*, plantas de tomateiro da cultivar “Alambra F1” com 30 dias de vida em vasos de um litro, contendo mistura de solo e esterco bovino na proporção de 6:1 foram mantidas por 48h na gaiola de adultos da praga para oviposição. As plantas foram levadas para casa telada e quando as ninfas estavam no segundo ínstar, as soluções foram aplicadas em sala climatizada, usando aerógrafo (Super Tool[®]) com bico de 0,35 mm acoplado a um compressor (Wraight *et al.* 2000). O bico do pulverizador foi posicionado à distância de 25 cm das folhas e ambos os lados foram pulverizadas até o escorrimento. O experimento foi mantido em sala climatizada a 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12h. A avaliação da mortalidade foi efetivada no quinto dia, sendo avaliados quatro discos (2,8 cm²) de folíolos da

terceira e quarta folhas da planta (repetição). As ninfas vivas foram diferenciadas das mortas por se manterem túrgidas e estarem em estágio de desenvolvimento mais avançado. Calculou-se a média de ninfas mortas dos quatro discos foliares por repetição (Bleicher *et al.* 2007, Islam *et al.* 2010).

Para todos os bioensaios utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 10 repetições. A mortalidade corrigida foi calculada em relação a cada testemunha pela fórmula de Abbott (1925). Os dados foram testados para normalidade e homogeneidade de variância, sendo transformados para $\arcsen(x/100)^{1/2}$. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa R (Ferreira *et al.* 2011).

Estimativa das Concentrações Letais (CL₅₀ e CL₉₀). A estimativa das CL₅₀ e CL₉₀ foi feita com os extratos que causaram mortalidade corrigida superior a 60%. Esta etapa do bioensaio foi realizada de acordo com os procedimentos descritos na etapa destinada ao teste de atividade inseticida. A obtenção dos extratos foi realizada conforme descrito anteriormente. Para a estimativa das concentrações letais foram utilizadas oito concentrações espaçadas em escala logarítmica, sendo os limites inferior (concentração que causa a morte de aproximadamente 15% dos insetos) e superior (concentração que causa a morte de aproximadamente 95% dos insetos) determinados mediante ensaios preliminares, além das respectivas testemunhas (Tabela 1). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. As CL₅₀ e CL₉₀ foram estimadas usando a análise de Probit com auxílio do programa Polo-PC (Finney 1971, LeOra Software 1987).

Resultados e Discussão

Rendimento do Óleo de Mamona. O rendimento do óleo de mamona da variedade “IAC 80” foi de 21,5% m/m. Pompeu *et al.* (2012) relataram que o mesmo obtido por prensagem a quente entre 90 e 100 °C, e sem a utilização de solvente, teve rendimento de 50%. Assim, essa diferença de rendimento de óleo provavelmente está associada ao método utilizado na extração.

Teste de Atividade Inseticida. A maior mortalidade observada para *F. schultzei* foi causada pelo lambda-cialotrina + tiametoxam (controle positivo) ($F_{5, 54} = 129,84$; $P < 0,0001$), o qual causou mortalidade de 100%. Dentre os derivados da mamona, o ácido ricinoléico foi o mais tóxico, provocando mortalidade de 54,9% e para os demais a mortalidade variou entre 22,0 e 3,9% (Tabela 2).

O óleo de mamona, ricinoleato de sódio, lambda-cialotrina + tiametoxam, ácido ricinoléico e o extrato da torta de mamona em tampão foram os tratamentos mais tóxicos para *M. persicae* ($F_{5, 54} = 7,66$; $P < 0,0001$), onde observou-se mortalidade de 100% para os três primeiros tratamentos, de 97,9% para o ácido ricinoléico e de 96,5% para a torta. Contudo, a mortalidade causada pelo extrato da torta de mamona em água deionizada também foi elevada (90,3%) (Tabela 2).

Os tratamentos que proporcionaram maior mortalidade a *B. tabaci* foram o ricinoleato de sódio, o lambda-cialotrina + tiametoxam e o óleo de mamona ($F_{5, 54} = 249,24$; $P < 0,0001$), os quais causaram mortalidade de 97,1, 96,9 e 96,7%, respectivamente. O ácido ricinoléico causou mortalidade de 93,1% (Tabela 2).

A atividade inseticida do óleo de mamona já foi constatada sobre diversas espécies de insetos. O extrato causou mortalidade de 53,9% a *P. xylostella* e de 44% a *H. zea* (Bestete *et al.* 2011, Rondelli *et al.* 2011). Também causou deterrência alimentar a *Z. subfasciatus*, reduzindo as injúrias às sementes de feijão (Mushobozy *et al.* 2009).

Os óleos causam danos à camada de cera sobre a cutícula dos insetos, interferindo no metabolismo e na respiração, além de causar repelência (Villas Bôas *et al.* 1997). De acordo com Paula Neto & Bleicher (2003), vários óleos de origem vegetal têm atividade inseticida, como o óleo de soja que causou mortalidade a *B. tabaci*, no entanto, os óleos de mamona e gergelim foram mais eficientes.

A atividade inseticida do extrato da torta de mamona foi avaliada pelo fato da ricina estar presente no endosperma das sementes e não ser extraída juntamente com o óleo da semente ou solúvel nele (Pinkerton *et al.* 1999, Severino 2005). A ricina possui duas cadeias com diferentes funções que atuam de forma conjunta, sendo uma das mais tóxicas estudadas pelo homem (Moshkin 1986). Uma destas cadeias inibe a enzima alfa-amilase, impedindo a digestão e absorção do amido, enquanto a outra se liga aos ribossomos promovendo a morte da célula por inibição da síntese protéica (Lord *et al.* 1994, Olsnes & Kozlov 2001).

Observou-se que a mortalidade de *F. schultzei* ocasionada pelo extrato da torta de mamona em tampão ou água deionizada foi inferior a 10% e não diferiu (Tabela 2). No entanto, sobre *M. persicae* e *B. tabaci* observou-se que o extrato da torta de mamona em tampão foi mais tóxico quando comparado ao extrato obtido utilizando água deionizada. Portanto, a solução tamponada provavelmente assegurou que não ocorresse grandes variações no pH do meio e as toxinas não perdessem a atividade inseticida. A atividade inseticida da torta de mamona também foi constatada por Lins *et al.* (2013) pela aplicação ao redor de mudas de bananeira da cultivar “Terra” em concentrações de 12 a 24 g por planta, sendo observada redução da população de *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) e do número de galerias.

Em relação à toxicidade do ricinoleato de sódio sobre pragas, não foram encontrados dados na literatura, contudo, Burdock *et al.* (2006) relataram que este composto é obtido pela saponificação do óleo de mamona. Assim, o ricinoleato de sódio é considerado um sabão e sua

toxicidade sobre os insetos pode ser devido à dissolução de alguma estrutura vital, visto que Brito *et al.* (2009) constataram que diferentes tipos de sabões são eficientes no controle do pulgão da erva-doce, *Hyadaphis foeniculi* (Passerini) (Hemiptera: Aphididae).

Estimativa das Concentrações Letais (CL₅₀ e CL₉₀). O lambda-cialotrina + tiametoxam foi o tratamento mais tóxico para *M. persicae* de acordo com o intervalo de confiança a 95% de probabilidade (IC a 95%) (CL₅₀ de 0,00013%), apresentando razão de toxicidade de 10.154 vezes em relação ao ácido ricinoléico (Tabela 3). Entre os derivados da mamona, a menor CL₅₀ foi obtida pelo ricinoleato de sódio (0,29%), seguida pelo óleo de mamona e pelo extrato da torta de mamona em tampão (0,44 e 0,46%, respectivamente). O extrato da torta de mamona em água deionizada e o ácido ricinoléico foram os derivados da mamona menos tóxicos para *M. persicae* (CL₅₀ de 1,20 e 1,32%, respectivamente).

A menor CL₉₀ para *M. persicae* também foi observada utilizando o lambda-cialotrina + tiametoxam (0,00040%), seguida pelo ricinoleato de sódio (0,49%) (Tabela 3). As CL₉₀ do óleo de mamona e do extrato da torta de mamona em tampão não diferiram baseado no IC a 95% (1,21 e 1,82%, respectivamente). Contudo, a CL₉₀ do óleo de mamona foi menor em comparação a do ácido ricinoléico (2,30%). As retas de concentração-mortalidade do ricinoleato de sódio e do ácido ricinoléico foram as mais inclinadas de acordo com o erro-padrão (5,62 e 5,28, respectivamente) e a menos inclinada foi a do extrato da torta de mamona em água deionizada (1,60). Retas mais inclinadas proporcionam maior variação na mortalidade da praga em função da variação da concentração do extrato.

A menor CL₅₀ para *B. tabaci* foi observada no tratamento lambda-cialotrina + tiametoxam (0,0015%), apresentando razão de toxicidade de 953 vezes em comparação ao ácido ricinoléico (Tabela 4). Considerando os derivados da mamona testados, a menor CL₅₀ foi causada pelo ricinoleato de sódio (0,21%), seguido pelo óleo de mamona e pelo ácido ricinoléico (0,30 e

1,43%, respectivamente). No tratamento lambda-cialotrina + tiametoxam a CL_{90} foi de 0,0256%. Com o ricinoleato de sódio foi observada CL_{90} de 0,57%. A reta de concentração-mortalidade do ricinoleato de sódio foi a mais inclinada de acordo com o erro-padrão (3,01) e a menos inclinada foi a do lambda-cialotrina + tiametoxam (1,05).

A CL_{90} do óleo de mamona em *B. tabaci* foi de 1,95% (Tabela 4). Esse resultado assemelha-se ao encontrado por Paula Neto & Bleicher (2003), que observaram eficiência de controle de ninfas de *B. tabaci* de 85,5% com o óleo de mamona na concentração de 2,0% v/v. Em outro estudo, o óleo de mamona adicionado na dieta de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na concentração de 2.690 ppm (0,269%) causou mortalidade larval de 50% e na concentração de 16.000 ppm (1,6%) proporcionou mortalidade de 100%, sendo que em concentrações inferiores a 1,6% este óleo aumentou a duração do período larval e pupal e reduziu o peso de pupas (Ramos-López *et al.* 2010).

O óleo de mamona foi mais tóxico em relação ao ácido ricinoléico sobre *M. persicae* (três vezes) (Tabela 3) e sobre *B. tabaci* (4,8 vezes) (Tabela 4). O ácido ricinoléico também tem efeito sobre outros artrópodes, pois inibiu a reprodução do carrapato *R. sanguineus* (Arnosti *et al.* 2011, Sampieri *et al.* 2013). Aproximadamente 90% do óleo de mamona é composto por triacilglicerol, e 80,5% deste triacilglicerol é de ricinoleína, que quando hidrolizada origina o ácido ricinoléico (Weiss 1983, Moshkin 1986, Costa *et al.* 2004). Isso sugere que parte da atividade inseticida do óleo de mamona é atribuída ao ácido ricinoléico e que outros componentes deste óleo também têm atividade inseticida, pois segundo Roel (2001), nos inseticidas botânicos ocorre a associação de vários princípios ativos sobre as pragas. Além disso, o óleo de mamona é viscoso e pode ter dificultado a locomoção e alimentação das ninfas, favorecendo a mortalidade.

Os derivados da mamona avaliados são mais tóxicos para *M. persicae* e *B. tabaci* em comparação com *F. schultzei*. Baseado na CL_{50} , os extratos mais eficientes sobre *M. persicae* são

o ricinoleato de sódio, seguido pelo óleo de mamona e o extrato da torta de mamona em tampão e sobre *B. tabaci* são o ricinoleato de sódio, o óleo de mamona e o ácido ricinoléico, respectivamente.

Agradecimentos

À Reestruturação e Expansão das Universidades Federais/Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (REUNI/CAPES) pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor; ao Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGEA/UFRPE) e ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (NUDEMAFI-CCA/UFES) por apoiarem o desenvolvimento dessa pesquisa; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro.

Literatura Citada

- Abbot, W.S. 1925.** A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Invertebr. Pathol.* 18: 265-267.
- Arnosti, A., P.D. Brienza, K.C.S. Furquim, G.O. Chiericex, G.H. Chierice, I.B. Calligaris & M.I. Camargo-Mathias. 2011.** Effects of ricinoleic acid esters from castor oil of *Ricinus communis* on the vitellogenesis of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) ticks. *Exp. Parasitol.* 127: 575-580.
- 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. *Hortic. Bras.* 25: 602-606.
- Barbosa, J.C., H. Costa, R. Gioria & J.A.M. Rezende. 2011.** Occurrence of tomato chlorosis virus in tomato crops in five brazilian states. *Trop. Plant. Pathol.* 36: 256-258.

- Bestete, L.R., D. Pratissoli, V.T. de Queiroz, F.N. Celestino & L.C. Machado. 2011.** Toxicidade de óleo de mamona a *Helicoverpa zea* e a *Trichogramma pretiosum*. *Pesq. Agropec. Bras.* 46: 791-797.
- Bleicher, E., M.E.C. Gonçalves & L. Silva. 2007.** Efeito de derivados de nim aplicados por pulverização sobre a mosca-branca em meloeiro. *Hortic. Bras.* 25: 110-113.
- Boiça Júnior, A.L., J.C. Janini, B.H.S. de Souza & N.E.L. Rodrigues. 2013.** Efeito de cultivares de repolho e doses de extrato aquoso de nim na alimentação e biologia de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). *Biosci. J.* 29: 22-31.
- Borbón, C.M. de, O. Gracia & R. Pícolo. 2006.** Relationships between *Tospovirus* incidence and thrips populations on tomato in Mendoza, Argentina. *J. Phytopathol.* 154: 93-99.
- Brito, L. de M.P., J.F. dos Santos, J.I.T. Grangeiro, M.M. Oliveira & P.D.A. da Silva. 2009.** Controle alternativo do pulgão da erva-doce com produtos domissanitários. *Tecnol. & Ciên. Agropec.* 3: 17-22.
- Burdock, G.A., I.G. Carabin & J.C. Griffiths. 2006.** Toxicology and pharmacology of sodium ricinoleate. *Food Chem. Toxicol.* 44: 1689-1698.
- Chagas Filho, N.R., M.D. Michelotto, R.A. Silva & A.C. Busoli. 2005.** Desenvolvimento ninfal de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. *Bragantia.* 64: 257-262.
- Costa, H.M. da, V.D. Ramos, T.A.S. Abrantes, D.F. de Castro, L.L.Y. Visconte, R.C.R. Nunes & C.R.G. Furtado. 2004.** Efeito do óleo de mamona em composições de borracha natural contendo sílica. *Polímeros.* 14: 46-50.
- Costa, A.V., P.F. Pinheiro, V.M. Rondelli, V.T. de Queiroz, A.C. Tuler, K.B. Brito, P. Stinguel & D. Pratissoli. 2013.** *Cymbopogon citratus* (Poaceae) essential oil on *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Biosci. J.* 29: 1840-1847.
- Ferreira, E.B., P.P. Cavalcanti & D.A. Nogueira. 2011.** Experimental Designs: um pacote R para análise de experimentos. *Rev. Estatística UFOP.* 1: 1-9.
- Finney, D.J. 1971.** Probit Analysis. London, Cambridge University Press, 333p.
- Fornazier, M.J., D. Pratissoli & D. dos S. Martins. 2010.** Principais pragas da cultura do tomateiro estaqueado na região das montanhas do Espírito Santo, p. 185-226. In INCAPER (ed.), Tomate. Vitória, INCAPER, 430p.
- Furtado, R.N., M.S.S. Carneiro, M.J.D. Cândido, F.H.T. Gomes, E.S. Pereira, R.C.F.F. Pompeu & W.A. Sombra. 2012.** Valor nutritivo de dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação para ovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 64: 155-162.

- Guo, G., J. Gao, X. Wang, Y. Guo, J.C. Snyder & Y. Du. 2013.** Establishment of an in vitro method for evaluating whitefly resistance in tomato. *Breed. Sci.* 63: 239-245.
- Hoffman, L.V., A.C.A. Dantas, E.P. de Medeiros & L.S. Soares. 2007.** Ricina: um impasse para utilização da torta de mamona e suas aplicações. Campina Grande, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, 25p. (Documentos 174).
- IBGE. 2013.** (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301.pdf>. Acesso em 13 de jan. 2013.
- Islam, M.T., S.J. Castle & S. Ren. 2010.** Compatibility of the insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana* with neem against sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, on eggplant. *Entomol. Exp. Appl.* 134: 28-34.
- Kurozawa, C. & M.A. Pavan. 2005.** Doenças do tomateiro, p. 607-626. In Kimati, H., L. Amorim, J.A.M. Rezende, A. Bergamin Filho & L.E.A. Camargo. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo, Agronômica Ceres Ltda, 663p.
- LeOra Software. 1987.** POLO-PC: a User's Guide to Probit or Logit Analyses. Berkeley, California.
- Lima, M.F., I.C. Bezerra, S.G. Ribeiro & A.C. Ávila. 2001.** Distribuição de geminivírus nas culturas do tomate e pimentão em doze municípios do submédio do Vale São Francisco. *Fitopatol. Bras.* 26: 81-85.
- Lins, L.C.R. de, M. Fancelli, C.H.S.P. Ritzinger, M.A. Coelho Filho & C.A. da S. Ledo. 2013.** Broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em bananeira-terra. *Rev. Bras. Frutic.* 35: 493-499.
- Lord, M.J., L.M. Roberts & J.D. Robertus. 1994.** Ricin: structure, mode of action and some current applications. *Faseb J.* 8: 201-208.
- Melo, W.C., D.B. da Silva, N. Pereira Jr., L.M.M.S. Anna & A.S. dos Santos. 2008.** Produção de etanol a partir de torta de mamona (*Ricinus communis* L.) e avaliação da letalidade da torta hidrolisada para camundongos. *Quim. Nova.* 31: 1104-1106.
- Morais, F.M. de, R. Barros & M.G. Gondim Junior. 2012.** Técnicas de criação de tripes fitófagos, p. 267-281. In Pratisoli, D. Técnicas de criação de pragas de importância agrícola, em dietas naturais. Vitória, EDUFES, 308p.
- Moshkin, V.A. 1986.** Castor. New Delhi, Amerind, 315p.

- Mushobozy, D.M.K., G. Nganilevanu, S. Ruheza & G.B. Swella. 2009.** Plant oils as common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed protectants against infestations by the mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). J. Plant Prot. Res. 49: 35-39.
- Nimbalkar, R.K., S.S. Shinde, D.S. Tawar & S.P. Muley. 2009.** Response of cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) to different insecticides in Maharashtra, India. World J. Agric. Sci. 5: 250-255.
- Olsnes, S. & J. Kozlov. 2001.** Ricin. Toxicon 39: 1723-1728.
- Paula Neto, F.L. de & E. Bleicher. 2003.** Avaliação de óleos vegetais de diferentes características secantes sobre *Bemisia tabaci*, em melão. Manejo integrado de plagas y Agroecología. 68: 53-56.
- Pinent, S.M.J. & G.S. Carvalho 1998.** Biologia de *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) em tomateiro. An. Soc. Entomol. Bras. 27: 519-524.
- Pinheiro, P.F., V.T. de Queiroz, V.M. Rondelli, A.V. Costa, T. de P. Marcelino & D. Pratissoli. 2013.** Insecticidal activity of citronella grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. Ciênc. Agrotec. 37: 138-144.
- Pinkerton, S.D., R. Rolfe & D.L. Auld. 1999.** Selection of castor with divergent concentration of ricin and *Ricinus communis* agglutinin. Crop Sci. 39: 353-357.
- Pompeu, R.C.F.F., M.J.D. Cândido, E.S. Pereira, M.A.D. Bomfim, M.S. de S. Carneiro, M.C.P. Rogério, W.A. Sombra & M.N. Lopes. 2012.** Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja. R. Bras. Zootec. 41: 726-733.
- Raetano, C.G., M.R. Kobayashi, W.R. Kuwahara & R.R. Vinchi. 2003.** Application methods and dosages of thiamethoxam in thrips control on tomato plants. Hortic. Bras. 21: 429-432.
- Ramos-López, M.A., S. Pérez, G.C. Rodríguez-Hernández, P. Guevara-Fefer & M.A. Zavala-Sánchez. 2010.** Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Afr. J. Biotechnol. 9: 1359-1365.
- Roel, A.R. 2001.** Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. Interações. 1: 43-50.
- Rondelli, V.M., D. Pratissoli, R.A. Polanczyk, E.J. Marques, G.M. Sturm & M.O. Tiburcio 2011.** Associação do óleo de mamona com *Beauveria bassiana* no controle da traça-das-crucíferas. Pesqui. Agropec. Bras. 46: 212-214.
- Sampieri, B.R., A. Arnosti, K.C.S. Furquim, G.O. Chierice, G.H. Bechara, P.L.P.F. de Carvalho, P.H. Nunes & M.I. Camargo-Mathias. 2013.** Effect of ricinoleic acid esters from castor oil (*Ricinus communis*) on the oocyte yolk components of the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). Vet. Parasitol. 191: 315-322.

- Santiago, G.P., L.E.M. Pádua, P.R.R. Silva, E.M.S. Carvalho & C.B. Maia. 2008.** Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. *Ciênc. Agrotec.* 32: 792-796.
- Severino, L.S. 2005.** O que sabemos sobre a torta de mamona. Campina Grande, Embrapa Algodão, 31p. (Documentos 134).
- Torres, A.L., A.L. Boiça Júnior, C.A.M. Medeiros & R. Barros. 2006.** Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. *Bragantia.* 65: 447-457.
- Vasconcelos, G.J.N. de, M.G.C. Gondim Júnior & R. Barros. 2006.** Extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Sterculia foetida* no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Ciênc. Rural.* 36: 1353-1359.
- Villas Bôas, G.L., F.H. França, A.C. de Ávila & I.C. Bezerra. 1997.** Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasília, Embrapa Hortaliças, 11p. (Circular Técnica 9).
- Weiss, E.A. 1983.** Oilseed crops. London, Longman, 660p.
- Wraight, S.P., R.I. Carruthers, S.T. Jaronski, C.A. Bradley, C.J. Garza & S. Galaini-Wraight. 2000.** Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Biol. Control.* 17: 203-217.

Tabela 1. Limites inferior e superior das concentrações de extratos derivados da mamona e do inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo[®]) (controle positivo), em porcentagem (m/v), para estimativa das concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) sobre ninfas de *Myzus persicae* e *Bemisia tabaci*.

Tratamentos	<i>M. persicae</i>	<i>B. tabaci</i>
Óleo de mamona	0,15 – 3,03	0,055 – 5,0
Torta de mamona (Tampão) ¹	0,23 – 3,2	³
Torta de mamona (AD) ²	0,13 – 5,0	³
Ricinoleato de sódio	0,1 – 0,6	0,1 – 0,75
Ácido ricinoléico	0,3 – 3,6	0,3 – 5,0
L-C + T	0,00002 – 0,00069	0,00010 – 0,08000

¹Extrato da torta de mamona em tampão.

²Extrato da torta de mamona em água deionizada.

³Não se avaliou.

Tabela 2. Mortalidade corrigida (%) de ninfas de *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* e *Bemisia tabaci* causada por extratos derivados da mamona e o inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo[®]), após cinco dias^{1,2}.

Tratamentos	Concentração (% m/v)	<i>F. schultzei</i>	<i>M. persicae</i>	<i>B. tabaci</i>
Óleo de mamona	5	3,9 ± 2,55 d	100,0 ± 0,00 a	96,7 ± 0,67 ab
Torta de mamona (Tampão) ³	5	9,7 ± 1,52 cd	96,5 ± 1,81 a	32,6 ± 3,58 c
Torta de mamona (AD) ⁴	5	5,9 ± 2,82 d	90,3 ± 2,45 b	13,9 ± 1,38 d
Ricinoleato de sódio	5	22,0 ± 4,92 c	100,0 ± 0,00 a	97,1 ± 1,21 a
Ácido ricinoléico	5	54,9 ± 3,43 b	97,9 ± 1,42 a	93,1 ± 0,81 b
L-C + T	0,08 ⁵	100,0 ± 0,00 a	100,0 ± 0,00 a	96,9 ± 0,75 ab

¹Médias (± EP) (n = 10 repetições) seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Para análise, os dados foram transformados para $\arcsen(x/100)^{1/2}$.

³Extrato da torta de mamona em tampão.

⁴Extrato da torta de mamona em água deionizada.

⁵0,08% m/v = 0,075% v/v = 75 mL/100L (controle positivo na concentração máxima recomendada para o controle dos vetores de viroses no tomateiro).

Tabela 3. Toxicidade de extratos derivados da mamona e do inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo®) sobre ninfas de 24-48h de idade, primeiro-segundo ínstaes, de *Myzus persicae*, após cinco dias. Temp.: 25 ± 1 °C, UR: 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Tratamentos	N ¹	Inclinação ± EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	RT ₅₀ ⁴	χ ² (GL) ⁵
Óleo de mamona	395	2,92 ± 0,31 b	0,44 (0,37 – 0,52) c	1,21 (1,00 – 1,58) c	3,0	3,52 (6)
Torta de mamona (Tampão) ⁶	410	2,15 ± 0,23 c	0,46 (0,37 – 0,56) c	1,82 (1,47 – 2,45) dc	2,9	2,85 (6)
Torta de mamona (AD) ⁷	289	1,60 ± 0,28 d	1,20 (0,82 – 1,62) d	⁹	1,1	3,05 (4)
Ricinoleato de sódio	369	5,62 ± 0,78 a	0,29 (0,24 – 0,33) b	0,49 (0,43 – 0,63) b	4,6	5,45 (5)
Ácido ricinoléico	398	5,28 ± 0,62 a	1,32 (1,19 – 1,44) d	2,30 (2,06 – 2,70) d	–	5,47 (6)
L-C + T ⁸	355	2,61 ± 0,28 bc	0,00013 (0,00011 – 0,00015) a	0,00040 (0,00032 – 0,00054) a	10154	1,61 (5)

¹Número de insetos usados no bioensaio.

²Erro-padrão (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo erro-padrão).

³Concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade (IC a 95%) (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo IC a 95%).

⁴Razão de toxicidade = maior CL₅₀/outras CL₅₀.

⁵Qui-quadrado e graus de liberdade.

⁶Extrato da torta de mamona em tampão.

⁷Extrato da torta de mamona em água deionizada.

⁸Controle positivo.

⁹A CL₉₀ e o IC a 95% não puderam ser estimados devido à baixa atividade inseticida do extrato.

Tabela 4. Toxicidade de extratos derivados da mamona e do inseticida lambda-cialotrina + tiametoxam (L-C + T) (Platinum Neo®) sobre ninfas de segundo ínstar de *Bemisia tabaci*, após cinco dias. Temp.: 25 ± 2 °C, UR: 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Tratamentos	N ¹	Inclinação ± EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (% m/v)	RT ₅₀ ⁴	χ ² (GL) ⁵
Óleo de mamona	2145	1,58 ± 0,06 c	0,30 (0,25 – 0,36) c	1,95 (1,54 – 2,60) c	4,8	4,58 (4)
Ricinoleato de sódio	1945	3,01 ± 0,14 a	0,21 (0,19 – 0,23) b	0,57 (0,50 – 0,67) b	6,8	5,94 (4)
Ácido ricinoléico	1722	2,27 ± 0,17 b	1,43 (1,21 – 1,65) d	⁷	–	6,90 (5)
L-C + T ⁶	2629	1,05 ± 0,04 d	0,0015 (0,0013 – 0,0018) a	0,0256 (0,0211 – 0,0316) a	953	5,43 (6)

¹Número de insetos usados no bioensaio.

²Erro-padrão (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo erro-padrão).

³Concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade (IC a 95%) (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo IC a 95%).

⁴Razão de toxicidade = maior CL₅₀/outras CL₅₀.

⁵Qui-quadrado e graus de liberdade.

⁶Controle positivo.

⁷A CL₉₀ e o IC a 95% não puderam ser estimados devido à baixa atividade inseticida do extrato.

CAPÍTULO 4

FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS VISANDO AO MANEJO DE VETORES DE VIROSES NO TOMATEIRO¹

VANDO M. RONDELLI², HUGO JOSÉ G. DOS SANTOS JUNIOR³, DIRCEU PRATISSOLI³ E EDMILSON J.
MARQUES²

²Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av.

Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

³Departamento de Produção Vegetal – NUDEMAFI, Centro de Ciências Agrárias da

Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre, ES, Brasil.

¹Rondelli, V.M., H.J.G. dos Santos Junior, D. Pratissoli & E.J. Marques. Fungos entomopatogênicos visando ao manejo de vetores de viroses no tomateiro. A ser submetido.

RESUMO – Os insetos vetores de viroses no tomateiro limitam a produção e normalmente são controlados com inseticidas químicos. Contudo, os fungos entomopatogênicos apresentam-se como alternativa ao manejo dessas pragas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar formulações de fungos entomopatogênicos visando ao manejo dos vetores de viroses no tomateiro, *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* e *Bemisia tabaci*. Dessa forma, foram avaliados os fungos *Beauveria bassiana* (Boveril[®] WP), *Metarhizium anisopliae* (Metarril[®] WP e Metarril[®] SC) e *Lecanicillium longisporum* (Vertirril[®] WP). Para isso, verificou-se a patogenicidade, aplicando-se suspensões na concentração de 10⁷ conídios/mL sobre as ninfas dos insetos. Posteriormente, as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) dos fungos mais eficientes foram estimadas. A mortalidade confirmada sobre *F. schultzei* variou entre 27,0 e 71,8%, sobre *M. persicae* entre 23,0 e 98,2% e sobre *B. tabaci* entre 90,8 e 95,8%. Baseado na CL₅₀, *M. anisopliae* (Metarril[®] WP e Metarril[®] SC) é o fungo mais virulento para *F. schultzei*; *L. longisporum* (Vertirril[®] WP) para *M. persicae*; e *B. bassiana* (Boveril[®] WP) e *M. anisopliae* (Metarril[®] WP) são igualmente virulentos para *B. tabaci*.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum*, manejo fitossanitário de pragas, controle microbiano, tripes, pulgão-verde, mosca-branca

ENTOMOPATHOGENIC FUNGI AIMING THE MANAGEMENT OF TOMATO VIROSI VECTORS

ABSTRACT – The insects which are tomato virosis vectors limit production and are usually controlled by chemical insecticides. However, the entomopathogenic fungi are presented as an alternate method of management of these pests. This way, the objective of this work was to evaluate entomopathogenic fungi formulations aiming the management of tomato virosis vectors, *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* and *Bemisia tabaci*. Therefore, the fungi *Beauveria bassiana* (Boveril[®] WP), *Metarhizium anisopliae* (Metarril[®] WP and Metarril[®] SC) and *Lecanicillium longisporum* (Vertirril[®] WP) were evaluated. For this purpose, the pathogenicity was verified, with the application of suspensions at the concentration of 10⁷ conidia/mL on the insect nymphs. Later, the lethal concentrations (LC₅₀ and LC₉₀) of the most efficient fungi were estimated. The confirmed mortality on *F. schultzei* varied between 27.0 and 71.8%, on *M. persicae* between 23.0 and 98.2% and on *B. tabaci* between 90.8 and 95.8%. Based on LC₅₀, *M. anisopliae* (Metarril[®] WP and Metarril[®] SC) is the most virulent fungus to *F. schultzei*; *L. longisporum* (Vertirril[®] WP) to *M. persicae*; and *B. bassiana* (Boveril[®] WP) and *M. anisopliae* (Metarril[®] WP) are equally virulent to *B. tabaci*.

KEY WORDS: *Solanum lycopersicum*, phytosanitary pest management, microbial control, thrips, green peach aphid, whitefly

Introdução

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça da família Solanaceae conhecida e consumida em todo o mundo, sendo utilizada na alimentação humana para vários fins. No Brasil, a área plantada de tomate em 2012 foi de 57.867 ha, com produção de 3.664.299 t e rendimento de 63.323 Kg/ha, sendo os Estados de Goiás e São Paulo os maiores produtores, com áreas plantadas de 14.028 e 10.160 ha, respectivamente (Barbosa *et al.* 2011, Guo *et al.* 2013, IBGE 2013).

Contudo, na cultura do tomateiro podem ocorrer muitos insetos-praga, os quais interferem e limitam a produção. Entre eles, estão os vetores de viroses, tais como: *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae), *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae). Os principais danos causados por essas pragas estão relacionados à sucção de seiva e a transmissão de fitovirose, as quais interferem no desenvolvimento das plantas, bem como reduzem drasticamente a produção (Lima *et al.* 2001, Kurozawa & Pavan 2005, Borbón *et al.* 2006, Fornazier *et al.* 2010).

Dentre as medidas utilizadas para reduzir ou minimizar as perdas causadas por esses insetos-praga no cultivo do tomateiro, os inseticidas sintéticos são adotados como uma das principais alternativas para manejar as populações (Raetano *et al.* 2003, Fornazier *et al.* 2010). Cabe ressaltar que o manejo de pragas de ciclo curto, a exemplo das três espécies vetoras de virose, é necessário, pois se desenvolvem rapidamente nas condições climáticas da maioria dos locais de cultivo do tomateiro (Pinent & Carvalho 1998, Chagas Filho *et al.* 2005, Oriani *et al.* 2011). Mediante essa dinâmica populacional, além de outros fatores relacionados às técnicas de manejo, o surgimento de populações resistentes aos inseticidas sintéticos é favorecido devido à necessidade de aplicações frequentes (Nimbalkar *et al.* 2009).

O manejo fitossanitário de pragas é uma técnica para substituir ou reduzir o uso de inseticidas sintéticos, propiciando uma agricultura sustentável e com potencial de exportação dos produtos (Maniania *et al.* 2003). Dentre os métodos de manejo de pragas, tem-se o controle biológico com fungos entomopatogênicos, os quais são importantes agentes de controle natural, sendo que alguns, como *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., apresentam, entre outras características, a facilidade de produção, aplicação e são atóxicos aos humanos, possibilitando o seu uso em grandes áreas (Lopes *et al.* 2000). De acordo com Medeiros *et al.* (2007) e Alves *et al.* (2008), atualmente estes agentes são utilizados no manejo de insetos-praga agrícolas de muitas ordens e espécies.

O isolado RSB de *B. bassiana* nas concentrações de 1×10^4 e 1×10^7 conídios/mL proporcionou mortalidade em *F. occidentalis* (Pergande) de 69 e 96%, respectivamente (Gao *et al.* 2012). Loureiro & Moino Jr. (2006) constataram mortalidade de 100% de ninfas de *M. persicae* utilizando isolados dos fungos *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & Gams, *M. anisopliae* e *B. bassiana* na concentração de 1×10^6 conídios/mL. Em outro estudo, foi observada CL_{50} de $4,3 \times 10^5$ conídios/mL do isolado Unioeste 43 de *M. anisopliae* sobre ninfas de terceiro ínstar de *B. tabaci* (Potrich *et al.* 2011). Contudo, além dos isolados, estudos avaliando formulações comerciais de fungos entomopatogênicos também devem ser testadas, para validar o uso desses bioinseticidas, e consequentemente favorecer a implementação de programas de controle biológico de insetos-praga.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar bioinseticidas comerciais formulados com os fungos entomopatogênicos *B. bassiana* (Boveril[®] WP), *M. anisopliae* (Metarril[®] WP e Metarril[®] SC) e *L. longisporum* (Petch) Zare & Gams (Vertirril[®] WP) visando ao manejo de insetos vetores de viroses no tomateiro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), situado em Alegre-ES. Foram executadas as seguintes etapas:

Obtenção e Criação dos Insetos. *F. schultzei* foi coletado em flores de plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) no CCA/UFES, *M. persicae* em plantios de couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) no município de Alegre-ES (20° 45' 50" S 41° 31' 58" O) e *B. tabaci* em plantas de tomate no CCA/UFES.

A metodologia de criação de *F. schultzei* foi modificada de Moraes *et al.* (2012). Os insetos foram mantidos em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h, em gaiolas de acrílico de base quadrada de 121,0 cm² e 3,2 cm de altura. Colocou-se papel filtro umedecido no fundo da gaiola para manter a umidade. Para alimentação das ninfas ofereceu-se a cada dois dias uma folha cotiledonar de feijão-de-porco com aproximadamente 18 cm de altura. Estas folhas foram coletadas deixando-se aproximadamente 3 cm do pecíolo para a inserção, primeiramente, em chumaço de algodão, e em seguida, em frascos anestésicos de 0,7 x 5,0 cm (diâmetro e altura) contendo água deionizada para manter sua turgescência. As plantas foram cultivadas em bandejas de isopor de 72 células contendo mistura de solo e esterco bovino na proporção de 6:1.

As gaiolas foram fechadas com filme plástico contendo pequenos furos feitos com um alfinete entomológico. Após a cópula (48h após a emergência dos adultos), fêz-se a sexagem, colocando-se 60 fêmeas em cada gaiola. Para alimentação ofereceu-se diariamente uma folha cotiledonar de feijão-de-porco e pólen de mamona (*Ricinus communis* L.) para aumentar o

desempenho reprodutivo das fêmeas. Em seguida, as posturas foram coletadas diariamente e transferidas para novas gaiolas (Morais *et al.* 2012).

A criação de *M. persicae* foi realizada em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h, sobre discos foliares de couve-manteiga orgânica de 8,0 cm de diâmetro, dentro de placas de Petri de 9,0 x 1,3 cm (diâmetro e altura) revestidas com papel filtro. A cada dois dias, os insetos foram transferidos para placas esterilizadas, as quais continham novos discos foliares (Pinheiro *et al.* 2013).

A criação de *B. tabaci* foi realizada dentro de gaiolas de metal (1,0 x 1,0 x 0,8 m) revestidas com tela anti-afídeo. Os adultos foram mantidos em uma gaiola em sala climatizada a 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h e as ninfas em duas gaiolas em casa telada com temperatura entre 16 e 41 °C. Diariamente, uma planta de tomateiro da cultivar “Alambra F1”, cultivada em vaso de dois litros contendo mistura de solo e esterco bovino na proporção de 6:1 foi oferecida aos adultos para alimentação e postura (Baldin *et al.* 2007).

Obtenção dos Fungos Entomopatogênicos. Foram utilizados bioinseticidas comerciais formulados com os fungos entomopatogênicos *B. bassiana* (Boveril[®] WP, isolado PL63), *M. anisopliae* (Metarril[®] WP e Metarril[®] SC, isolado E9) e *L. longisporum* (Vertirril[®] WP, isolado ESALQ-1300), os quais foram obtidos da empresa Itaforte/Koppert (Itapetininga-SP).

Avaliação da Patogenicidade. Para preparar as suspensões com as formulações, a massa dos produtos foi pesada em balança de precisão. Para padronização das concentrações das suspensões em 10^7 conídios/mL, foram pesados 20 g de Boveril[®] WP e Vertirril[®] WP (1×10^8 conídios/g) e 14,39 g de Metarril[®] WP ($1,39 \times 10^8$ conídios/g) e foi adicionado água deionizada esterilizada (ADE) mais espalhante adesivo Tween[®] (E) 80 a 0,01% (ADE + E) até o volume de 200 mL. Para o produto Metarril[®] SC (1×10^9 conídios/mL) foi pipetado 2 mL e adicionado ADE + E até o volume de 200 mL (Zago 2008). Na testemunha utilizou-se ADE + E. A viabilidade dos conídios

foi quantificada pelo método da germinação, sendo considerados viáveis quando apresentaram taxa de germinação de pelo menos 90% (Silva *et al.* 2003).

Usou-se no bioensaio de *F. schultzei* ninfas entre 48 e 72h de idade, no primeiro-segundo ínstaes (Pinent & Carvalho 1998). Em placas de Petri (9,0 x 1,3 cm) revestidas com papel filtro, dez ninfas de *F. schultzei* foram transferidas para a face abaxial de folhas cotiledonares de feijão-de-porco (repetição) com o auxílio de um pincel de cerdas finas e um funil branco com o bico cortado, devido à agilidade dos insetos. As suspensões foram aplicadas em ambos os lados das folhas. Um chumaço de algodão foi colocado no pecíolo da folha de feijão-de-porco e este foi introduzido em frasco anestésico contendo água deionizada para manter a turgescência da folha. As placas foram fechadas com filme plástico contendo seis furos feitos com um alfinete entomológico para possibilitar trocas gasosas (Pinheiro *et al.* 2013).

No bioensaio com *M. persicae* foram usadas ninfas entre 24 e 48h de idade, no primeiro-segundo ínstaes (Chagas Filho *et al.* 2005). Dez insetos foram colocados na face abaxial dos discos foliares de couve orgânica medindo 4,5 cm de diâmetro (repetição) em placas de Petri (9,0 x 1,3 cm) revestidas com papel filtro. As suspensões foram aplicadas em ambos os lados das folhas e a placa de Petri foi fechada (Pinheiro *et al.* 2013).

Para a aplicação das suspensões, as folhas contendo os insetos foram pulverizadas em sala climatizada, usando torre de Potter com pressão de 15 lb/pol² e 6 mL de suspensão para cada lado da folha, tendo-se depositado um volume médio de 1,62 mg/cm² (Rondelli *et al.* 2011). As placas foram mantidas em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12h. As folhas foram trocadas no segundo dia, e novamente quando necessário. A mortalidade foi avaliada até o sétimo dia, caracterizada pela total imobilidade dos insetos quando tocados com um pincel de cerdas macias. As ninfas mortas foram transferidas para câmara úmida para confirmação do agente causal.

Para os experimentos com *B. tabaci*, plantas de tomateiro da cultivar “Alambra F1” com 30 dias de idade em vasos de um litro, contendo mistura de solo e esterco bovino na proporção de 6:1 foram mantidas por 48h na gaiola de adultos da praga para oviposição. Estas plantas foram levadas para casa telada e quando as ninfas estavam no segundo ínstar, as suspensões dos fungos foram aplicadas em sala climatizada, usando aerógrafo (Super Tool[®]) com bico de 0,35 mm acoplado a um compressor (Wraight *et al.* 2000). O bico do pulverizador foi posicionado à distância de 25 cm das folhas e ambos os lados foram pulverizadas até o escorrimento. O experimento foi mantido em sala climatizada a 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. A avaliação da mortalidade foi efetivada no sétimo dia, sendo avaliados quatro discos (2,8 cm²) de folíolos da terceira e quarta folhas da planta (repetição). As ninfas vivas foram diferenciadas das mortas por se manterem túrgidas e estarem em estágio de desenvolvimento mais avançado. Calculou-se a média de ninfas mortas dos quatro discos foliares por repetição (Bleicher *et al.* 2007, Islam *et al.* 2010). As ninfas mortas foram transferidas para câmara úmida para confirmação do agente causal.

Para todos os bioensaios utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 10 repetições. A mortalidade corrigida foi calculada pela fórmula de Abbott (1925) e a mortalidade confirmada pela porcentagem de insetos nos quais ocorreu conidiogênese. Os dados foram transformados para $\arcsen(x/100)^{1/2}$ quando não apresentaram distribuição normal ou homogeneidade de variância. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando detectada diferença estatística, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa R (Ferreira *et al.* 2011).

Estimativa das Concentrações Letais (CL₅₀ e CL₉₀). A estimativa das CL₅₀ e CL₉₀ foi feita com os fungos mais eficientes, baseando-se na mortalidade confirmada das pragas. Esta etapa do bioensaio foi realizada de acordo com os procedimentos descritos na etapa destinada a avaliação

da patogenicidade. Para a estimativa das concentrações letais foram utilizadas oito concentrações espaçadas em escala logarítmica, sendo os limites inferior (concentração que causa a morte de aproximadamente 15% dos insetos) e superior (concentração que causa a morte de aproximadamente 95% dos insetos) determinados mediante ensaios preliminares (Tabela 1). Na testemunha foi utilizada ADE + E. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. As CL_{50} e CL_{90} foram estimadas usando a análise de Probit com auxílio do programa Polo-PC (Finney 1971, LeOra Software 1987).

Resultados e Discussão

Avaliação da Patogenicidade. Todos os fungos foram patogênicos aos três vetores de viroses (Tabela 2). A maior mortalidade corrigida a *F. schultzei* foi proporcionada por *M. anisopliae*, utilizando o produto Metarril[®] WP (88,6%) ($F_{3, 36} = 20,78$; $P < 0,0001$), e a maior mortalidade confirmada também foi proporcionada pelo fungo *M. anisopliae*, no entanto, utilizando os produtos Metarril[®] WP e Metarril[®] SC (71,8 e 60,6%, respectivamente) ($F_{3, 36} = 12,35$; $P < 0,0001$) (Tabela 2). Resultado semelhante foi observado por Lopes *et al.* (2000), utilizando o isolado 1104 de *M. anisopliae* nas concentrações de $5,0 \times 10^6$ e $1,0 \times 10^8$ conídios/mL sobre o tripses *F. occidentalis* em parcelas de cultivos de alface hidropônico, onde a eficiência de controle alcançou 60% após seis dias da primeira aplicação, sendo que na testemunha observou-se um aumento populacional da praga de 46,5%. Em outro estudo, o isolado V275 de *M. anisopliae*, na concentração de $1,0 \times 10^{10}$ conídios/L de composto para crescimento de plantas, foi mais eficiente do que os ingredientes ativos imidacloprid e fipronil no controle de *F. occidentalis*. No tratamento com o fungo observou-se mortalidade de aproximadamente 80%, enquanto que com os produtos químicos a mortalidade foi de aproximadamente 40%. Também verificou-se que o fungo foi compatível com estes inseticidas sintéticos (Ansari *et al.* 2007).

No Quênia, *M. anisopliae* e o inseticida químico dimetoato (Rogor[®] 50) foram avaliados por três temporadas no manejo de *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) em cebola. Maior rendimento dos bulbos foi obtido nos tratamentos com o fungo e o inseticida, no entanto, com exceção de aranhas, as densidades de organismos não-alvo foram maiores nas parcelas tratadas com *M. anisopliae* do que em parcelas tratadas com o inseticida. Assim, ao se utilizar este fungo entomopatogênico no manejo da praga ocorre a vantagem da proteção da biodiversidade no agroecossistema cebola (Maniania *et al.* 2003).

No tratamento com *B. bassiana* (Boveril[®] WP) sobre *F. schultzei* observou-se mortalidade corrigida e confirmada de apenas 33,3 e 27,0%, respectivamente (Tabela 2). Niassy *et al.* 2012 também observaram baixa virulência do isolado ICIPE 620 de *B. bassiana* sobre ninfas de segundo ínstar de *F. occidentalis* (CL₅₀ de 1,44 x 10⁹ conídios/mL). Contudo, o isolado RSB de *B. bassiana* nas concentrações de 1 x 10⁴ e 1 x 10⁷ conídios/mL proporcionou mortalidade deste inseto de 69 e 96%, respectivamente (Gao *et al.* 2012). Assim, a diferença na virulência de *B. bassiana* provavelmente está relacionada ao isolado utilizado.

Em relação a *M. persicae*, *L. longisporum*, produto Vertirril[®] WP e *M. anisopliae*, produtos Metarril[®] WP e Metarril[®] SC causaram maior mortalidade corrigida (100, 100 e 98,2%, respectivamente) (F_{3, 36} = 171,36; P < 0,0001) e confirmada (98,2, 97,5 e 91,9%, respectivamente) (F_{3, 36} = 93,55; P < 0,0001) (Tabela 2). A patogenicidade de fungos entomopatogênicos também foi avaliada sobre ninfas de terceiro ínstar de *M. persicae*, onde *L. lecanii*, *M. anisopliae* e *B. bassiana* na concentração de 1 x 10⁶ conídios/mL causaram mortalidade de 100% dos insetos (Loureiro & Moino Jr. 2006). A eficiência de controle de *M. persicae* por *B. bassiana* (isolado CG 864) em suspensão aquosa (71,0%) não diferiu das dispersões em óleo Natur'l Oil ou em adjuvante (87,1 e 84,9%, respectivamente) (Michereff Filho *et al.* 2011).

B. bassiana (Boveril[®] WP) sobre *M. persicae* causou mortalidade corrigida de 51,9% (Tabela 2). Este resultado assemelha-se aos encontrados por Michereff Filho *et al.* (2011), onde o isolado PL63 de *B. bassiana* (isolado utilizado na formulação de Boveril[®] WP) apresentou eficiência de controle de 56,7% sobre *M. persicae* (adultos e ninfas). Contudo, o isolado J57 de *B. bassiana* na concentração de 1×10^7 conídios/mL foi mais eficiente, sendo observada mortalidade de 100% deste inseto (Vu *et al.* 2007).

A mortalidade corrigida de *B. tabaci* não diferiu entre os dois produtos avaliados ($F_{1, 18} = 1,00$; $P = 0,3306$), sendo as mortalidades causadas por *M. anisopliae* (Metarril[®] WP) e *B. bassiana* (Boveril[®] WP) de 100 e 99,6%, respectivamente. A mortalidade confirmada também não diferiu ($F_{1, 18} = 3,38$; $P = 0,0826$). *B. bassiana* (Boveril[®] WP) causou mortalidade confirmada a *B. tabaci* de 90,8% (Tabela 2), contudo, Potrich *et al.* (2011) observaram menor mortalidade confirmada de ninfas de *B. tabaci* utilizando os isolados Unioeste 47 e Unioeste 57 de *B. bassiana* ($1,0 \times 10^9$ conídios/mL), sendo os valores de 84,1 e 76,8%, respectivamente. *M. anisopliae* (Metarril[®] WP) causou mortalidade confirmada a *B. tabaci* de 95,8% (Tabela 2), no entanto, Potrich *et al.* (2011) observaram valores inferiores de mortalidade confirmada de ninfas de *B. tabaci* utilizando os isolados Unioeste 43 e E9 (isolado utilizado na formulação de Metarril[®] WP) de *M. anisopliae* (71,0 e 23,2%, respectivamente). Estas diferenças de mortalidade podem ser devido ao isolado, à formulação, a concentração do fungo, ao estágio de desenvolvimento do inseto e ao seu hospedeiro, pois Potrich *et al.* (2011) fizeram o teste com insetos no terceiro ínstar sobre plantas de couve, ao passo que nesse trabalho foram utilizados insetos no segundo ínstar em tomateiro.

Estimativa das Concentrações Letais (CL₅₀ e CL₉₀). A CL₅₀ de *M. anisopliae*, formulação Metarril[®] WP ($9,13 \times 10^5$ conídios/mL) sobre *F. schultzei* foi 2,1 vezes menor comparada com a formulação Metarril[®] SC ($1,94 \times 10^6$ conídios/mL), contudo não diferiu de acordo com o intervalo

de confiança a 95% de probabilidade (IC a 95%) (Tabela 3). A reta de concentração-mortalidade de *M. anisopliae*, formulação Metarril® WP, foi mais inclinada (1,24) comparada à formulação Metarril® SC (0,72), de acordo com o erro-padrão. Niassy *et al.* (2012), utilizando o isolado ICIPE 69 de *M. anisopliae* sobre ninfas de segundo ínstar de *F. occidentalis* observaram valor de CL₅₀ de $1,0 \times 10^7$ conídios/mL, portanto mais alta do que a CL₅₀ deste fungo (Metarril® WP e Metarril® SC) em *F. schultzei* (Tabela 3). Estes mesmos autores constataram que o valor de inclinação da reta do isolado ICIPE 69 de *M. anisopliae* sobre *F. occidentalis* foi de 2,1, ou seja, mais inclinada do que a deste fungo (Metarril® WP e Metarril® SC) em *F. schultzei* (Tabela 3). Retas mais inclinadas proporcionam maior variação na mortalidade da praga em função da variação da concentração do fungo.

Considerando *M. persicae*, a menor CL₅₀ foi proporcionada pelo fungo *L. longisporum* (Vertirril® WP) ($1,58 \times 10^4$ conídios/mL) e a razão de toxicidade em relação a *M. anisopliae* (Metarril® SC) foi de 12,5 vezes. No entanto, a menor CL₉₀ foi proporcionada pelos fungos *L. longisporum* (Vertirril® WP) e *M. anisopliae* (Metarril® WP) ($6,34 \times 10^5$ e $6,24 \times 10^5$ conídios/mL, respectivamente) (Tabela 4). A reta de concentração-mortalidade mais inclinada foi observada com *M. anisopliae* (Metarril® WP) (1,69) e a menos inclinada com *L. longisporum* (Vertirril® WP) (0,80) (Tabela 4). O isolado Ma 3619 de *M. anisopliae* sobre *M. persicae* apresentou CL₅₀ de 4 conídios/mm² após oito dias, enquanto CL₅₀ de 717 conídios/mm² foi observada utilizando o isolado Mac 3391 (Shan & Feng 2010). De acordo com Roditakisa *et al.* (2008), o fungo *L. longisporum* além de ser virulento para *M. persicae*, também afeta o comportamento deste pulgão, diminuindo a excreção de “honeydew” (alimentação) dois dias após a inoculação e a taxa de reprodução dois dias antes da morte. Também observaram o aumento da movimentação no início da infecção (durante a germinação e penetração na cutícula), podendo facilitar na disseminação do fungo na área de cultivo.

A CL₅₀ de *B. bassiana* (Boveril[®] WP) ($7,96 \times 10^4$ conídios/mL) e de *M. anisopliae* (Metarril[®] WP) ($7,49 \times 10^4$ conídios/mL) sobre *B. tabaci* não diferiu. A CL₉₀ de *B. bassiana* (Boveril[®] WP) ($5,47 \times 10^5$ conídios/mL) e de *M. anisopliae* (Metarril[®] WP) ($7,62 \times 10^5$ conídios/mL) também não diferiu de acordo com o IC a 95% (Tabela 5). O valor de CL₅₀ de *B. bassiana* (Boveril[®] WP) foi menor do que a dos isolados Unioeste 47 e Unioeste 57 de *B. bassiana* sobre ninfas de terceiro ínstar de *B. tabaci* ($4,1 \times 10^5$ e $1,8 \times 10^5$ conídios/mL, respectivamente) e do isolado EABb 01/110-Su de *B. bassiana* sobre ninfas de quarto ínstar de *B. tabaci* ($6,53 \times 10^5$ conídios/mL) (Quesada-Moraga *et al.* 2006, Potrich *et al.* 2011). A CL₅₀ de *M. anisopliae* (Metarril[®] WP) (Tabela 5) também foi menor do que a dos isolados E9 e Unioeste 43 de *M. anisopliae* sobre em ninfas de terceiro ínstar de *B. tabaci* ($7,8 \times 10^8$ e $4,3 \times 10^5$ conídios/mL, respectivamente) (Potrich *et al.* 2011). A reta de concentração-mortalidade de *B. bassiana* (Boveril[®] WP) foi mais inclinada (1,53) comparada a de *M. anisopliae* (Metarril[®] WP) (1,27), de acordo com o erro-padrão (Tabela 5). Ela também foi mais inclinada em relação a do isolado EABb 01/110-Su (0,44) (Quesada-Moraga *et al.* 2006).

Pode-se concluir que, baseado na CL₅₀, *M. anisopliae* (Metarril[®] WP e Metarril[®] SC) é o fungo mais virulento para *F. schultzei*; *L. longisporum* (Vertirril[®] WP) é mais virulento para *M. persicae*; e *B. bassiana* (Boveril[®] WP) e *M. anisopliae* (Metarril[®] WP) são igualmente virulentos para *B. tabaci*.

Agradecimentos

À Reestruturação e Expansão das Universidades Federais/Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (REUNI/CAPES) pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor; ao Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGEA/UFRPE) e ao Núcleo de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (NUDEMAFI-CCA/UFES) por apoiarem o desenvolvimento dessa pesquisa; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro.

Literatura Citada

- Abbot, W.S. 1925.** A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Invertebr. Pathol.* 18: 265-267.
- Alves, S.B, R.B. Lopes, S.A. Vieira & M.A. Tamai. 2008.** Fungos Entomopatogênicos usados no controle de pragas na América latina, p. 69-110. In Alves, S.B. & R.B. Lopes. Controle microbiano de pragas na América Latina. Piracicaba, FEALQ, 414p.
- Ansari, M.A., F.A. Shah, M. Whittaker, M. Prasad & T.M. Butt. 2007.** Control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) pupae with *Metarhizium anisopliae* in peat and peat alternative growing media. *Biol. Control.* 40: 293-297.
- 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. *Hortic. Bras.* 25: 602-606.
- Barbosa, J.C., H. Costa, R. Gioria & J.A.M. Rezende. 2011.** Occurrence of Tomato chlorosis virus in tomato crops in five brazilian states. *Trop. Plant Pathol.* 36: 256-258.
- Bleicher, E., M.E.C. Gonçalves & L. Silva. 2007.** Efeito de derivados de nim aplicados por pulverização sobre a mosca-branca em meloeiro. *Hortic. Bras.* 25: 110-113.
- Borbón, C.M. de, O. Gracia & R. Píccolo. 2006.** Relationships between *Tospovirus* incidence and thrips populations on tomato in Mendoza, Argentina. *J. Phytopathol.* 154: 93-99.
- Chagas Filho, N.R., M.D. Michelotto, R.A. Silva & A.C. Busoli. 2005.** Desenvolvimento ninfal de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. *Bragantia.* 64: 257-262.
- Ferreira, E.B., P.P. Cavalcanti & D.A. Nogueira. 2011.** Experimental Designs: um pacote R para análise de experimentos. *Rev. Estatística UFOP.* 1: 1-9.
- Finney, D.J. 1971.** Probit Analysis. London, Cambridge University Press, 333p.

- Fornazier, M.J., D. Pratisoli & D. dos S. Martins. 2010.** Principais pragas da cultura do tomateiro estaqueado na região das montanhas do Espírito Santo, p. 185-226. In INCAPER (ed.), Tomate. Vitória, INCAPER, 430p.
- Gao, Y., S.R. Reitz, J. Wang, X. Xu & Z. Lei. 2012.** Potential of a strain of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Cordycipitaceae) as a biological control agent against western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Biocontrol Sci. Tech.* 22: 491-495.
- Guo, G., J. Gao, X. Wang, Y. Guo, J.C. Snyder & Y. Du. 2013.** Establishment of an in vitro method for evaluating whitefly resistance in tomato. *Breed. Sci.* 63: 239-245.
- IBGE. 2013.** (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301.pdf>. Acesso em 13 de jan. 2013.
- Islam, M.T., S.J. Castle & S. Ren. 2010.** Compatibility of the insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana* with neem against sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, on eggplant. *Entomol. Exp. Appl.* 134: 28-34.
- Kurozawa, C. & M.A. Pavan. 2005.** Doenças do tomateiro, p. 607-626. In Kimati, H., L. Amorim, J.A.M. Rezende, A. Bergamin Filho & L.E.A. Camargo. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo, Agronômica Ceres Ltda, 663p.
- LeOra Software. 1987.** POLO-PC: a User's Guide to Probit or Logit Analyses. Berkeley, California.
- Lima, M.F., I.C. Bezerra, S.G. Ribeiro & A.C. Ávila. 2001.** Distribuição de geminivírus nas culturas do tomate e pimentão em doze municípios do submédio do Vale São Francisco. *Fitopatol. Bras.* 26: 81-85.
- Lopes, R.B., S.B. Alves & M.A. Tamai. 2000.** Fungo *Metarhizium anisopliae* e o controle de *Frankliniella occidentalis* em alface hidropônico. *Sci. Agric.* 57: 239-243.
- Loureiro, E.S. & A. Moino Jr. 2006.** Patogenicidade de Fungos Hifomicetos aos Pulgões *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Neotrop. Entomol.* 35: 660-665.
- Maniania, N.K., S. Sithanatham, S. Ekesi, K. Ampong-Nyarko, J. Baumgartner, B. Lohr & C.M. Matoka. 2003.** A field trial of the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae* for control of onion thrips, *Thrips tabaci*. *Crop. Prot.* 22: 553-559.
- Medeiros, M.B., S.B. Alves, R.B. Lopes, A.S. Barbosa, M.O. Garcia & L.M. Berzaghi. 2007.** Associação de biofertilizante líquido e fungos entomopatogênicos no controle do pulgão *Aphis* sp. em aceroleira (*Malpighia glabra* L.). *Rev. Bras. Agroecologia.* 2: 821-824.

- Michereff Filho, M, S.O.D. Oliveira, R.S. de Liz & M. Faria. 2011.** Cage and field assessments of *Beauveria bassiana*-based mycoinsecticides for *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) control in cabbage. *Neotrop. Entomol.* 40: 470-476.
- Morais, F.M. de, R. Barros & M.G. Gondim Junior. 2012.** Técnicas de criação de tripes fitófagos, p. 267-281. In Pratisoli, D. Técnicas de criação de pragas de importância agrícola, em dietas naturais. Vitória, EDUFES, 308p.
- Niassy, S., N.K. Maniania, S. Subramanian, L.M. Gitonga, D.M. Mburu, D. Masiga & S. Ekesi. 2012.** Selection of promising fungal biological control agent of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Letters in Applied Microbiology.* 54: 487-493.
- Nimbalkar, R.K., S.S. Shinde, D.S. Tawar & S.P. Muley. 2009.** Response of cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) to different insecticides in Maharashtra, India. *World J. Agric. Sci.* 5: 250-255.
- Oriani, M.A. de G, J.D. Vendramim & C.J. Vasconcelos. 2011.** Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera, Aleyrodidae) on tomato genotypes. *Sci. Agric.* 68: 37-41.
- Pinent, S.M.J. & G.S. Carvalho 1998.** Biologia de *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) em tomateiro. *An. Soc. Entomol. Bras.* 27: 519-524.
- Pinheiro, P.F., V.T. de Queiroz, V.M. Rondelli, A.V. Costa, T. de P. Marcelino & D. Pratisoli. 2013.** Insecticidal activity of citronella grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. *Ciênc. Agrotec.* 37: 138-144.
- Potrich, M., P.M.O.J. Neves, L.F.A. Alves, M. Pizzatto, E.R.L. da Silva, D. Luckmann, A de Gouvea & J.C. Roman. 2011.** Virulência de fungos entomopatogênicos a ninfas de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Semina: Ciências Agrárias.* 32: 1783-1792.
- Quesada-Moraga, E., E.A.A. Maranhao, P. Valverde-García & C. Santiago-Álvarez. 2006.** Selection of *Beauveria bassiana* isolates for control of the whiteflies *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* on the basis of their virulence, thermal requirements, and toxicogenic activity. *Biol. Control.* 36:274-287.
- Raetano, C.G., M.R. Kobayashi, W.R. Kuwahara & R.R. Vinchi. 2003.** Application methods and dosages of thiamethoxam in thrips control on tomato plants. *Hortic. Bras.* 21: 429-432.
- Roditakisa, E., I.D. Couzinc, N.R. Frankse & A.K. Charnleya. 2008.** Effects of *Lecanicillium longisporum* infection on the behaviour of the green peach aphid *Myzus persicae*. *J. Insect Physiol.* 54: 128-136.
- Rondelli, V.M., D. Pratisoli, R.A. Polanczyk, E.J. Marques, G.M. Sturm & M.O. Tiburcio 2011.** Associação do óleo de mamona com *Beauveria bassiana* no controle da traça-das-crucíferas. *Pesqui. Agropec. Bras.* 46: 212-214.

- Shan, L-T. & M-G. Feng. 2010.** Evaluation of the biocontrol potential of various *Metarhizium* isolates against green peach aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Pest. Manag. Sci.* 66: 669-675.
- Silva, V.C.A., R. Barros, E.J. Marques & J.B. Torres. 2003.** Suscetibilidade de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) aos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. *Neotrop. Entomol.* 32: 653-658.
- Vu, V.H., S. Hong & K. Kim. 2007.** Selection of entomopathogenic fungi for aphid control. *J. Biosci. Bioeng.* 104: 498-505.
- Wraight, S.P., R.I. Carruthers, S.T. Jaronski, C.A. Bradley, C.J. Garza & S. Galaini-Wraight. 2000.** Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Biol. Control.* 17: 203-217.
- Zago, H.B. 2008.** Manejo de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): parasitismo por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e susceptibilidade de populações a *Bacillus thuringiensis* Berliner. Tese de Doutorado, UFRPE, Recife, 75p.

Tabela 1. Limites inferior e superior das concentrações dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Boveril[®] WP), *Metarhizium anisopliae* (Metarril[®] WP e Metarril[®] SC) e *Lecanicillium longisporum* (Vertirril[®] WP), em conídios/mL, para estimativa das concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) sobre ninfas de *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* e *Bemisia tabaci*.

Fungos	<i>F. schultzei</i>	<i>M. persicae</i>	<i>B. tabaci</i>
<i>B. bassiana</i> (Boveril [®] WP)	1	1	1,0 x 10 ⁴ – 1,0 x 10 ⁷
<i>L. longisporum</i> (Vertirril [®] WP)	1	3,9 x 10 ² – 1,2 x 10 ⁷	1
<i>M. anisopliae</i> (Metarril [®] WP)	1,0 x 10 ⁴ – 3,2 x 10 ⁷	1,0 x 10 ³ – 3,2 x 10 ⁶	3,2 x 10 ³ – 3,2 x 10 ⁷
<i>M. anisopliae</i> (Metarril [®] SC)	3,2 x 10 ³ – 3,2 x 10 ⁷	3,2 x 10 ³ – 3,2 x 10 ⁷	1

¹Não se avaliou.

Tabela 2. Mortalidade corrigida (MCORR) e confirmada (MCONF) (%) de ninfas de *Frankliniella schultzei*, *Myzus persicae* e *Bemisia tabaci* causada pelos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Boveril[®] WP), *Metarhizium anisopliae* (Metarril[®] WP e Metarril[®] SC) e *Lecanicillium longisporum* (Vertirril[®] WP) (10⁷ conídios/mL), após sete dias.

Fungos	<i>F. schultzei</i>		<i>M. persicae</i>		<i>B. tabaci</i>	
	MCORR ¹	MCONF ^{1,2}	MCORR ^{1,2}	MCONF ^{1,2}	MCORR ^{1,2}	MCONF ¹
<i>B. bassiana</i> (Boveril [®] WP)	33,3 ± 4,61 c	27,0 ± 3,59 b	51,9 ± 3,62 b	23,0 ± 3,69 b	99,6 ± 0,38 a	90,8 ± 2,23 a
<i>L. longisporum</i> (Vertirril [®] WP)	59,2 ± 3,56 b	34,1 ± 5,74 b	100,0 ± 0,00 a	98,2 ± 1,28 a	³	³
<i>M. anisopliae</i> (Metarril [®] WP)	88,6 ± 5,03 a	71,8 ± 7,08 a	100,0 ± 0,00 a	97,5 ± 1,28 a	100,0 ± 0,00 a	95,8 ± 1,53 a
<i>M. anisopliae</i> (Metarril [®] SC)	68,3 ± 6,50 b	60,6 ± 5,57 a	98,2 ± 1,82 a	91,9 ± 2,86 a	³	³

¹Médias (± EP) (n = 10 repetições) seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F ou de Tukey a 5% de probabilidade.

²Para análise, os dados foram transformados para $\arcsen(x/100)^{1/2}$.

³Fabricação suspensa.

Tabela 3. Virulência do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metarril[®] WP e Metarril[®] SC) sobre ninfas de 48-72h de idade, primeiro-segundo ínstaes, de *Frankliniella schultzei*, após sete dias. Temp.: 25 ± 1 °C, UR: 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Fungo	N ¹	Inclinação ± EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (conídios/mL)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (conídios/mL)	RT ₅₀ ⁴	χ ² (GL) ⁵
<i>M. anisopliae</i> (Metarril [®] WP)	349	1,24 ± 0,22 a	9,13 x 10 ⁵ (3,45 x 10 ⁵ – 1,61 x 10 ⁶) a	9,80 x 10 ⁶ (6,13 x 10 ⁶ – 1,94 x 10 ⁷)	2,1	1,97 (5)
<i>M. anisopliae</i> (Metarril [®] SC)	358	0,72 ± 0,13 b	1,94 x 10 ⁶ (6,88 x 10 ⁵ – 4,11 x 10 ⁶) a	⁷	–	1,44 (5)

¹Número de insetos usados no bioensaio.

²Erro-padrão (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo erro-padrão).

³Concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade (IC a 95%) (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo IC a 95%).

⁴Razão de toxicidade = maior CL₅₀/menor CL₅₀.

⁵Qui-quadrado e graus de liberdade.

⁷A CL₉₀ e o IC a 95% não puderam ser estimados devido à baixa virulência do fungo.

Tabela 4. Virulência dos fungos entomopatogênicos *Lecanicillium longisporum* (Vertirril® WP) e *Metarhizium anisopliae* (Metarril® WP e Metarril® SC) sobre ninfas de 24-48h de idade, primeiro-segundo ínstares, de *Myzus persicae*, após sete dias. Temp.: 25 ± 1 °C, UR: $70 \pm 10\%$ e 12h de fotofase.

Fungos	N ¹	Inclinação \pm EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (conídios/mL)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (conídios/mL)	RT ₅₀ ⁴	χ^2 (GL) ⁵
<i>L. longisporum</i> (Vertirril® WP)	407	0,80 \pm 0,09 c	1,58 x 10 ⁴ (7,77 x 10 ³ – 2,80 x 10 ⁴) a	6,34 x 10 ⁵ (3,29 x 10 ⁵ – 1,52 x 10 ⁶) a	12,5	5,51 (6)
<i>M. anisopliae</i> (Metarril® WP)	413	1,69 \pm 0,24 a	1,09 x 10 ⁵ (6,98 x 10 ⁴ – 1,52 x 10 ⁵) b	6,24 x 10 ⁵ (4,29 x 10 ⁵ – 1,09 x 10 ⁶) a	1,8	1,92 (6)
<i>M. anisopliae</i> (Metarril® SC)	399	1,14 \pm 0,15 b	1,97 x 10 ⁵ (9,67 x 10 ⁴ – 3,32 x 10 ⁵) b	2,64 x 10 ⁶ (1,59 x 10 ⁶ – 5,20 x 10 ⁶) b	–	2,35 (6)

¹Número de insetos usados no bioensaio.

²Erro-padrão (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo erro-padrão).

³Concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade (IC a 95%) (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo IC a 95%).

⁴Razão de toxicidade = maior CL₅₀/outras CL₅₀.

⁵Qui-quadrado e graus de liberdade.

Tabela 5. Virulência dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Boveril[®] WP) e *Metarhizium anisopliae* (Metarril[®] WP) sobre ninfas de segundo ínstar, de *Bemisia tabaci*, após sete dias. Temp.: 25 ± 2 °C, UR: 70 ± 10% e 12h de fotofase.

Fungos	N ¹	Inclinação ± EP ²	CL ₅₀ (IC a 95%) ³ (conídios/mL)	CL ₉₀ (IC a 95%) ³ (conídios/mL)	RT ₅₀ ⁴	χ ² (GL) ⁵
<i>B. bassiana</i> (Boveril [®] WP)	2118	1,53 ± 0,06 a	7,96 x 10 ⁴ (6,61 x 10 ⁴ – 9,59 x 10 ⁴) a	5,47 x 10 ⁵ (4,21 x 10 ⁵ – 7,46 x 10 ⁵) a	–	4,65 (4)
<i>M. anisopliae</i> (Metarril [®] WP)	2482	1,27 ± 0,05 b	7,49 x 10 ⁴ (6,42 x 10 ⁴ – 8,71 x 10 ⁴) a	7,62 x 10 ⁵ (6,23 x 10 ⁵ – 9,53 x 10 ⁵) a	1,06	2,27 (5)

¹Número de insetos usados no bioensaio.

²Erro-padrão (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo erro-padrão).

³Concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) e intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade (IC a 95%) (médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo IC a 95%).

⁴Razão de toxicidade = maior CL₅₀/menor CL₅₀.

⁵Qui-quadrado e graus de liberdade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que os extratos botânicos, com destaque para o de fumo, possuem potencial de uso no manejo de insetos vetores de viroses no tomateiro. No entanto, o principal composto tóxico presente no extrato de fumo, a nicotina, é inclusive, prejudicial aos mamíferos. Assim, o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) são necessários, inclusive quando outros extratos botânicos são manuseados. Vale ressaltar que os extratos etanólicos são de difícil preparo e onerosos, em relação aos extratos aquosos. O ácido ricinoléico (derivado da mamona) também apresenta essas desvantagens.

Considerando os fungos entomopatogênicos, os dados confirmam o potencial de uso no manejo de insetos vetores de viroses no tomateiro, e apresentam a vantagem de serem patogênicos apenas a insetos e ácaros.

No entanto, os resultados mais promissores devem ser estudados em estufa e no campo para confirmar a importância desses tratamentos no manejo fitossanitário dos vetores de viroses no tomateiro, contribuindo para evitar o surgimento de populações resistentes aos inseticidas químicos (método geralmente adotado), e aprimorar as formas de manejo desses insetos-praga, baseando principalmente em cultivos que adotem as boas práticas agrícolas e tenham como base a agricultura orgânica.