



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA – DQB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR – PPBM

MORGANA MARIA DE SOUSA DELFINO

**ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Tetranychus evansi* BAKER &
PRITCHARD E *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

CRATO - CE, 2012

Delfino, Morgana Maria de Sousa.

D349o Óleos essenciais no controle de *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)/ Morgana Maria de Sousa Delfino. - Crato, 2012.

97p.il.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – PPBM/URCA.

Orientador: Prof^a. Dra. Imeuda Peixoto Furtado

Co-orientador: Prof. Dr. José Galberto Martins da Costa.

1. *Eugenia uniflora*. 2. *Lippia sidoides*. 3. *Tetranychus evansi*.
4. *Tetranychus urticae*. 5. Óleo essencial.

I. Título.

CDD: 581

MORGANA MARIA DE SOUSA DELFINO

ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Tetranychus evansi* BAKER & PRITCHARD E *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – PPBM/URCA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Bioprospecção Molecular.

Sob orientação da professora Dra. Imeuda Peixoto Furtado e co-orientação do professor Dr. José Galberto Martins da Costa.

CRATO - CE, 2012

MORGANA MARIA DE SOUSA DELFINO

**ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Tetranychus evansi* BAKER &
PRITCHARD E *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – PPBM/URCA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Bioprospecção Molecular.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Dra. Imeuda Peixoto Furtado
Universidade Regional do Cariri - URCA

Co-orientador: Dr. José Galberto Martins da Costa
Universidade Regional do Cariri - URCA

Examinador interno: Dr. Waltécio de Oliveira Almeida
Universidade Regional do Cariri - URCA

Examinador externo: Dr. Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Aos meus pais Zeneuda e Rigoberto,

Dedico.

Aos meus irmãos Juvina e Romário e a Beethoven,

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido a vida e a vontade de realizar sonhos.

À toda minha família, em especial meus pais Zeneuda e Rigoberto Delfino e meus irmãos Juvina e Romário Delfino por me apoiarem em todos os meus projetos e compreenderem minha ausência.

A Beethoven Duarte, por seu amor, compreensão, paciência e força e a toda sua família, pelo acolhimento e carinho.

À Universidade Regional do Cariri – URCA, pelo espaço onde concretizei sonhos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular, Coordenadores e secretárias do curso, à Funcap e CAPES, pela oportunidade, contribuição e bolsa concedidas.

À minha Orientadora Dra. Imeuda Peixoto Furtado, pelos seus ensinamentos, dedicação, paciência e confiança.

Ao meu Co-orientador Dr. José Galberto Martins da Costa, pela atenção e disposição.

Aos professores Dr. Waltécio de Oliveira Almeida e Dr. Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior por participarem da banca examinadora deste trabalho e pelas valiosas sugestões.

Aos meus professores do mestrado em Bioprospecção Molecular, Dr. Henrique Douglas Melo Coutinho, Dra. Imeuda Peixoto Furtado, Dr. Irwin Rose Alencar de Menezes, Dr. José Galberto Martins da Costa, Dra. Marta Maria de Almeida Souza, Dra. Marta Regina Kerntopf, Dra. Sirleis Rodrigues Lacerda e Dr. Waltécio de Oliveira Almeida, por tudo aquilo que me ensinaram, pelo carinho e amizade.

Aos colegas do Laboratório de Zoologia de Invertebrados da Universidade Regional do Cariri – LZI/URCA, Claudia Villaça, Edclécia Santos, Jennifer Rodrigues, Joseph Alencar, Manilla Roque, Maria do Socorro, Marcelo Bezerra, Natallyanea Bezerra e em especial a Ítalo Garcia, pelo companherismo durante as coletas em campo, pela colaboração na manutenção das criações e pela amizade.

À Ms. Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues, pela atenção durante a extração dos óleos essenciais.

Aos colegas do Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais da Universidade Regional do Cariri – LPPN/URCA, Erlânio Sousa, Fábio Rodrigues, George Sousa, Helenicy Veras, Liana Souza, Manuele Viana, Samara Brito e Walmir Miranda pela receptividade, paciência e colaboração durante os processos de extração de óleos essenciais.

Aos meus queridos colegas do mestrado em Biopropeção Molecular, Norma Fernandes, Helenicy Veras, Heloisa Souza, Flaviana Braga, Mariana Araruna, Renata Souza, Samara Brito e Téogenes de Souza, pela grande honra de tê-los como amigos e por todos os momentos inesquecíveis de aprendizagem e alegria.

Às queridas Maria José, Nágela Daiana, Janyeire Barros, Valmyrleny Oliveira, Janaína Pereira e em especial a Natallyanea Bezerra pelos cuidados, atenção, alegria e amizade.

A todos os meus colegas e amigos de Antonina do Norte, em especial à Ana Laura, Isadora Santana, Letícia Moraes e Aline da Silva, pela torcida e amizade.

Aos amigos que ganhei nessa jornada, Ítalo Garcia, Mariana Araruna, Renata Souza, Claudia Villaça, Michel Teixeira, Jocyneyson Jorge, Laura Hévila e Maria Zuleide pelo carinho, atenção e amizade.

Aos funcionários da URCA, Luiz da Silva, Marcos Aurélio, Francisco Fernando e Frederico José, por me ajudarem sempre que necessário, pela atenção e amizade.

Ao IBAMA, pela permissão de coleta de ácaros.

Aos funcionários da Cooperativa Condomínio das Flores em Crato e aos proprietários das áreas de prospecção dos ácaros nos municípios de Barbalha, Crato e Juazeiro do Norte pela permissão de busca.

Aos colegas do Laboratório de Zoologia, Diógenes Dias, Mário Cabral e Samuel Ribeiro, pelas valiosas conversas e colaboração.

Aos colegas e amigos da Escola Dona Maria Amélia Bezerra, pelo estímulo e amizade.

E a todos aqueles que colaboraram para este trabalho.

OBRIGADA!

ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Tetranychus evansi* BAKER & PRITCHARD E *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

Morgana Maria de Sousa Delfino

RESUMO

Tetranychus evansi Baker & Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch são importantes ácaros praga de plantas em muitos países. Populações desses fitófagos têm apresentado resistência a diversos grupos de acaricidas químicos, o que tem incentivado a busca por produtos naturais com propriedades acaricidas. Óleos essenciais têm sido os produtos vegetais mais investigados quanto a efeitos acaricidas. O presente estudo investigou a composição química e o potencial acaricida dos óleos essenciais de folhas frescas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) e *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) sobre os ácaros *T. evansi* e *T. urticae*. Os óleos foram extraídos em aparelho do tipo Cleavenger modificado por hidrodestilação. As análises das composições químicas dos óleos foram realizadas por Cromatografia Gasosa acoplado a Espectrometria de Massas (CG/EM). Testes de repelência, fumigação e efeito residual foram realizados. O óleo essencial de *E. uniflora* apresentou como constituintes os sesquiterpenos selina-1,3,7(11)-trien-8-ona (52,05%) e epóxido de selina-1,3,7(11)-trien-8-ona (47,95%). O óleo de *L. sidoides* revelou timol (84,9%), p-cimeno (5,33%) e etil-metil-carvacrol (3,01%) como constituintes majoritários. O óleo de *E. uniflora* repeliu *T. evansi* apenas no intervalo de 12 horas após o início dos testes nas concentrações de 0,50 e 0,75%. Sobre *T. urticae*, esse óleo foi repelente em todos os períodos de tempo avaliados em diferentes concentrações. Os vapores do óleo de *E. uniflora* provocaram mortalidade de 100% de *T. evansi* em todas as concentrações e períodos de tempo avaliados. Sobre *T. urticae*, a maior mortalidade ocorreu em 48 e 72 horas após o início dos testes a partir da concentração de 2µL/L de ar. O óleo de *E. uniflora* provocou mortalidade de *T. evansi* por efeitos residuais depois de 24 horas nas concentrações de 0,75 e 1%. Sobre *T. urticae* os resíduos desse óleo não apresentaram mortalidade significativa. O óleo de *L. sidoides* não provocou efeito repelente sobre *T. evansi*, no entanto, sobre *T. urticae* o óleo foi repelente em todos os intervalos de tempo e concentrações avaliados. Os vapores do óleo de *L. sidoides* foram tóxicos a *T. evansi* e *T. urticae* provocando mortalidade de 100% em todos os intervalos de tempo avaliados e em todas as concentrações testadas. O óleo de *L. sidoides*

não apresentou efeito residual sobre os tetraniquídeos estudados. As atividades reveladas pelos óleos de *E. uniflora* e *L. sidoides* neste estudo indicam a potencialidade desses produtos no controle dessas pragas em ambientes de atmosfera conhecida, como casas-de-vegetação e estufas.

PALAVRAS-CHAVE: *Eugenia uniflora*, *Lippia sidoides*, *Tetranychus evansi*, *Tetranychus urticae*, óleo essencial.

**ESSENTIAL OIL IN CONTROL OF *Tetranychus evansi* BAKER & PRITCHARD
AND *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

Morgana Maria de Sousa Delfino

ABSTRACT

Tetranychus evansi Baker & Pritchard and *Tetranychus urticae* Koch mites are important pests of plants in many countries. Populations of phytophagous have shown resistance to several groups of chemical acaricides, which has encouraged the search for natural products with acaricidal properties. Essential oils have been the most investigated plant products as acaricides effects. The present study investigated the chemical composition and acaricidal potential of essential oils from fresh leaves of *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) and *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) on mites *T. evansi* and *T. urticae*. The oils were extracted in Cleavenger type apparatus modified by hydrodistillation. The analyzes of the chemical compositions of oils were performed by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC / MS). Repellency tests, fumigation and residual effect were performed. The essential oil of *E. uniflora* presented as forming the sesquiterpenes selina-1, 3,7 (11)-trien-8-one (52.05%) and selina-1, 3,7 (11)-trien-8-one (47; 95%). The oil *L. sidoides* revealed thymol (84.9%), p-cymene (5.33%) and ethyl methyl carvacrol (3.01%) as major constituents. The oil *E. uniflora* repelled *T. evansi* in the interval of 12 hours after initiation of the tests at concentrations of 0.50 and 0.75%. About *T. urticae*, this oil was repellent in all time periods studied at different concentrations. The oil vapors *E. uniflora* caused 100% mortality of *T. evansi* in all concentrations and time periods evaluated. About *T. urticae*, the increased mortality occurred at 48 and 72 hours after initiation of the tests at concentrations of 2µL / l air. The oil *E. uniflora*, mortality *T. evansi* for residual effects after 24 hours at concentrations of 0.75 and 1%. About *T. urticae* residues of this oil showed no significant mortality. The oil *L. sidoides* caused no repellent effect on *T. evansi*, however, on *T. urticae* oil repellent was in all time intervals and concentrations evaluated. The oil vapors *L. sidoides* were toxic to *T. evansi* and *T. urticae* causing 100% mortality in all time intervals and at all concentrations tested. The oil *L. sidoides* showed no residual effect on spider mites studied. The activities disclosed by oils *E. uniflora* and *L. sidoides* this study indicate the

potential of these products in the control of these pests in environments of the atmosphere known as green-houses and greenhouses.

KEYWORDS: *Eugenia uniflora*, *Lippia sidoides*, *Tetranychus evansi*, *Tetranychus urticae*, essential oil.

SUMÁRIO

CAPÍTULOS

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. As espécies vegetais.....	5
<i>Eugenia uniflora</i> L. (Myrtaceae).....	5
Fitoquímica de <i>E. uniflora</i>	6
Uso popular e atividade farmacológica de <i>E. uniflora</i>	7
Atividade antimicrobiana de <i>E. uniflora</i>	8
Atividade acaricida de <i>E. uniflora</i>	8
<i>Lippia sidoides</i> Cham. (Verbenaceae).....	9
Fitoquímica de <i>L. sidoides</i>	9
Uso popular, atividade farmacológica e antimicrobiana de <i>L. sidoides</i>	10
Atividade inseticida e acaricida de <i>L. sidoides</i>	11
2.2. Os ácaros.....	11
<i>Tetranychus evansi</i> Baker & Pritchard (Tetranychidae).....	11
Técnicas de adubação e resistência varietal no controle de <i>T. evansi</i>	14
Controle biológico de <i>T. evansi</i>	14
Controle de <i>T. evansi</i> com produtos vegetais.....	17
<i>Tetranychus urticae</i> Koch (Tetranychidae).....	18
Resistência de plantas a <i>T. urticae</i>	19
Controle biológico de <i>T. urticae</i>	20
Controle de <i>T. urticae</i> com produtos vegetais.....	21
2.3. Resistência de ácaros praga a acaricidas sintéticos.....	23

2.4. Acaricidas naturais extraídos de plantas no controle de ácaros.....	26
3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E POTENCIAL ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Eugenia uniflora</i> L. (MYRTACEAE) SOBRE <i>Tetranychus evansi</i> BAKER & PRITCHARD E <i>Tetranychus urticae</i> KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE).....	48
4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Lippia sidoides</i> CHAM. (VERBENACEAE) SOBRE <i>Tetranychus evansi</i> BAKER & PRITCHARD E <i>Tetranychus urticae</i> KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE).....	67

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Ácaros fitófagos não são capazes de desdobrar proteínas em aminoácidos para serem posteriormente recombinados de acordo com suas necessidades, dependendo assim dos aminoácidos livres presentes no suco celular ou na seiva das plantas (Gallo et al., 2002).

São muitas as espécies de ácaros que vivem em plantas e embora o número daquelas consideradas sérias pragas agrícolas seja relativamente pequeno, muitas despertam atenção por infestar plantas cultivadas em diversas partes do mundo (Moraes & Flechtmann, 2008). Na planta, os ácaros provocam danos diretos, quando se alimentam do produto a ser comercializado, ou indiretos, quando atacam outras partes vegetais, transmitem fitopatógenos ou injetam toxinas no hospedeiro durante o processo de alimentação (Helle & Sabelis, 1985).

No Brasil, cerca de 20 a 30 espécies de ácaros causam danos significativos às plantas cultivadas, com destaque para *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Tenuipalpidae), *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Tarsonemidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae), que são polífagas e cosmopolitas (Moraes & Flechtmann, 2008).

A família Tetranychidae é constituída por ácaros exclusivamente fitófagos, com 1.189 espécies conhecidas em todo o mundo (Bolland et al., 1998), 54 consideradas pragas (Yaninek & Moraes, 1991). Entre aquelas estão incluídos o ácaro rajado *T. urticae* e o ácaro vermelho do tomateiro *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard.

Tetranychus evansi é originário da América do Sul (Gutierrez & Etienne, 1986) e foi acidentalmente introduzido na África, onde tem atacado solanáceas cultivadas em muitas regiões, causando sérios prejuízos (Fiaboe et al., 2006). *T. urticae*, por sua vez, é considerado um dos ácaros mais importantes para economia do mundo, atacando plantas cultivadas ou não. No Brasil, *T. urticae* é uma das principais pragas do algodoeiro (Moraes & Flechtmann, 2008).

Com o surgimento do DDT e posteriormente os demais produtos organossintéticos, o controle químico passou a ser o principal método empregado contra artrópodes praga. No entanto, o uso indiscriminado desses produtos tem causado inúmeros problemas como contaminação do ambiente, intoxicação dos agricultores, presença de resíduos nos alimentos podendo intoxicar consumidores e reduzir a presença de inimigos naturais principalmente dos predadores, provocar ressurgência e selecionar populações resistentes (Omoto et al., 2000; Sato et al., 2009).

Registros sobre populações de ácaros resistentes têm sido constantes, principalmente devido à pressão de seleção estabelecida pelo uso frequente e inadequado do mesmo acaricida. Além disso, produtos químicos podem aumentar a população da praga (Huffaker et al., 1970), principalmente quando apresentam maior ação sobre os inimigos naturais ou quando desencadeiam o fenômeno da hormoligose (Moraes & Flechtmann, 2008).

Devido aos problemas acarretados pelo controle químico convencional de ácaros, buscas por métodos de controle alternativos têm sido intensificadas, observando-se além da eficácia, critérios como sustentabilidade e segurança ambiental, e evitando-se a seleção de espécies resistentes (Bugeme et al., 2009). Dentre esses métodos, destaca-se o controle biológico que, após ser incoiberto pela eficácia dos produtos sintéticos, ressurge incorporado aos programas de manejo integrado de pragas (Parra et al., 2002). Além do controle biológico, ressurge também o uso de produtos naturais extraídos de plantas no controle de pragas, técnica muito utilizada em países tropicais antes do surgimento dos produtos sintéticos (Gallo et al., 2002).

Muitas plantas apresentam compostos secundários, que podem ser tóxicos e capazes de causar repelência, inibição do crescimento populacional, redução da fecundidade e ação ovicida sobre ácaros fitófagos (Cavalcante et al., 2007; Pontes et al., 2007a; b; c; Cavalcanti et al., 2010). Óleos essenciais têm sido os produtos de origem vegetal mais investigados quanto a ação sobre ácaros fitófagos. Por serem de natureza volátil, esses produtos geralmente apresentam rápida degradação no ambiente, o que dificulta possíveis efeitos residuais sobre organismos benéficos, contaminação ambiental, riscos aos produtores e consumidores dos produtos tratados e surgimento de populações resistentes, uma vez que

esses produtos geralmente apresentam uma complexa constituição química (Isman, 2000; Bakkali et al., 2008).

O objetivo do presente estudo foi identificar a composição química e avaliar os efeitos dos óleos essenciais de folhas frescas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) e *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) sobre os ácaros *T. evansi* e *T. urticae*, a fim de indicar novas espécies vegetais com atividade acaricida.

LITERATURA CITADA

- Bakkali, F.; Averbeck, S.; Averbeck, D.; Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils – A review. Food and Chemical Toxicology, v. 46, n. 2, p. 446-475.
- Bolland, H. R.; Gutierrez, J.; Flechtmann, C. H. W. 1998. World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Leiden, Boston, Koln, Brill, 392 p.
- Bugeme, D. M.; Knapp, M.; Boga, H. I.; Wanjoya, A. K.; Maniania, N. K. 2009. Influence of temperature on virulence of fungal isolates of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. Mycopathologia, v. 167, n. 4, p. 221-227.
- Cavalcante, A. C. C.; Boaventura, V. J.; Batista, A. A.; Noronha, A. C. S. 2007. Ação do óleo de nim em *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em condições de laboratório. In: D. S.; Costa, A. N.; Costa, A. F. S. (Org.). Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão. 1 ed. Vitória, Incaper, v. 1, p. 546-548.
- Cavalcanti, S. C. H.; Niculau, E. S.; Blank, A. F.; Câmara, C. A. G.; Araújo, I. N.; Alves, P. B. 2010. Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). Bioresource Technology v. 101, n. 2, p. 829-832.
- Fiaboe, K. K. M.; Fonseca, R. L.; Moraes, G. J.; Ogol, C. K. P. O.; Knapp, M. 2006. Identification of priority areas in South America for exploration of natural enemies for classical biological control of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in Africa. Biological Control, v. 38, n. 3, p. 373-379.
- Gallo, D.; Nakano, O.; Neto, S. S.; Carvalho, R. P. L.; Batista, G. C.; Filho, E. B.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A.; Alves, S. B.; Vendramim, J. D.; Marchini, L. C.; Lopes, J. R. S.; Omoto, C. 2002. Entomologia agrícola. Piracicaba, FEALQ, 920 p.
- Gutierrez, J. & Etienne, J. 1986. Les Tetranychidae de l'île de la Réunion et quelques-uns de leurs prédateurs. L'Agronomie Tropicale, v. 41, n. 1, p. 84-91.

- Helle, W. & Sabelis, M. W. 1985. Spider mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier, v. 1, 405 p.
- Huffaker, C. B.; Van de Vrie, M.; McMurtry, J. A. 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. II. Tetranychid populations and their possible control by predators: an evaluation. *Hilgardia*, v. 40, n. 11, p. 391-458.
- Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, v. 19, n. 8-10, p. 603-608.
- Moraes, G. J. & Flechtman, C. H. W. 2008. Manual de Acarologia, Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos Editora, 308 p.
- Omoto, C.; Alves, E. B.; Ribeiro, P. 2000. Detecção e monitoramento da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) ao Dicotil. *Anais da Sociedade Entomológica. Brasil*, v. 29, n. 4, p. 757-764.
- Parra, J. R.; Botelho, P. S. M.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Bento, J. M. S. 2002. Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 635 p.
- Pontes, W. J. T.; Oliveira, J. C. S.; Câmara, C. A. G.; Gondim Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Schwartz, M. O. E. 2007a. Atividade acaricida dos óleos essenciais de folhas e frutos de *Xylopia sericea* sobre o ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch). *Química Nova*, v. 30, n. 4, p. 838-841.
- Pontes, W. J. T.; Oliveira, J. C. G.; Câmara, C. A. G.; Lopes, A. C. H. R.; Gondim Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Barros, R.; Schwartz, M. O. E. 2007b. Chemical composition and acaricidal activity of the leaf and fruit essential oils of *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae). *Acta Amazonica*, v. 37, n. 1, p. 103-110.
- Pontes, W. J. T.; Oliveira, J. C. S.; Câmara, C. A. G.; Lopes, A. C. H. R.; Gondim Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Schwartz, M. O. E. 2007c. Composition and acaricidal activity of the resin's essential oil of *Protium bahianum* Daly against two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Journal of Essential Oil Research*, v. 19, n. 4, p. 379-383.
- Sato, M. E.; Silva, M. Z.; Silva, R. B.; Souza Filho, M. F.; Raga, A. 2009. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no estado de São Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 76, n. 2, p. 217-223.
- Yaninek, J. S. & G. J. de Moraes. 1991. A synopsis of classical biological control of mite pests in agriculture. In: F. Dusbabek, F. & Bukva, V. (orgs.). *Modern Acarology*. SPB Academic Publishing, The Hague and Academia, Praga, v. 1, p. 133-149.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. As espécies vegetais

Eugenia uniflora L. (Myrtaceae)

A família Myrtaceae é constituída por cerca de 130 gêneros e 4.000 espécies arbustivas ou arbóreas, distribuídas predominantemente nas regiões pantropical e subtropical. Com 23 gêneros e cerca de 1.000 espécies ocorrendo no território nacional é avaliada como uma das maiores famílias da flora brasileira (Souza & Lorenzi, 2005) e considerada entre aquelas mais importantes da mata atlântica (Serafin et al., 2007).

Algumas espécies de mirtáceas são utilizadas na medicina popular no tratamento de infecções bacterianas ou fúngicas (Fadeyit & Akpan, 1989; Costa et al., 2000; Souza et al., 2002; Serafin et al., 2007), distúrbios estomacais (Almeida et al., 1995), convulsões (Pourgholami et al., 1999), hipertensão (Consolini et al., 1999; Consolini & Sarubbio, 2002), reumatismo (Lorenzi & Matos, 2002) e diabetes (Grover et al., 2002).

O gênero *Eugenia* L. é um dos mais amplos e importantes com cerca de 500 espécies, 400 ocorrendo no Brasil. *Eugenia uniflora* L., popularmente chamada de pitangueira, encontra-se entre as espécies mais conhecidas do gênero. Caracteriza-se como uma árvore semidecídua que mede de 4 a 10m de altura, com tronco liso e pardo e com copa estreita. Suas folhas são simples e cartáceas, com 3 a 7cm de comprimento e de aroma característico. As flores são brancas, solitárias ou em grupos de 2 ou 3 nas axilas e extremidades dos ramos. Os frutos são do tipo drupa, globosos e sulcados, brilhantes e de cores que variam entre o amarelo, vermelho e roxo escuro, com polpa carnosa e agridoce com 1 ou 2 sementes (Lorenzi & Matos, 2002).

Eugenia uniflora é nativa da região que se estende do norte da Argentina ao Brasil central (Bezerra et al., 2004), distribuindo-se ao longo de quase todo o território nacional (Abreu et al., 2005). Vivem em diferentes condições climáticas e edáficas (Lima et al., 2002), sendo encontrada tanto em ambientes de florestas úmidas (Lorenzi, 2002) quanto

em regiões semi-áridas do nordeste brasileiro (Mélo et al., 2000; Abreu et al., 2005). Tem sido amplamente disseminada e cultivada nas mais variadas regiões do mundo, como em outros países da América do Sul, países da América Central, África e Ásia (Bezerra et al., 2000).

Além de ter óleos essenciais ricos em compostos que apresentam atividades biológicas, é uma espécie frutífera e ornamental que pode ser usada para fabricar cercas vivas (Gilman, 1999), ser incluída em projetos de revegetação de áreas degradadas (Lorenzi, 1992), especialmente por sua capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais. É rica em compostos antioxidantes envolvidos no retardo do envelhecimento e na prevenção de doenças (Lima et al., 2002). Na região nordeste do Brasil tem grande importância econômica, sendo comercializada na forma de frutos *in natura* e poupa congelada, utilizados na fabricação de licores e vinhos e de sorvetes e geléias (Bezerra et al., 2004).

Fitoquímica de *E. uniflora*

Muitos compostos têm sido identificados em extratos elaborados a partir de folhas de *E. uniflora*. Os flavonóides quercetina, quercitrina, miricetina e miricitrina foram identificados no extrato hidroalcoólico (Schmeda-Hirschmann et al., 1987). Do extrato acetônico foi elucidada a estrutura dos taninos eugeniflorina D1 (C₇₅H₅₂O₄₈) e eugeniflorina D2 (C₆₈H₄₈O₄₅) (Lee et al., 1997) e identificados os taninos galocatequina e oenoteina B (Lee et al., 2000). No extrato hidroalcoólico foram encontrados flavonóides e taninos (Auricchio et al., 2007) e no extrato etanólico identificados esteróides, flavonóides, heterosídeos antraquinônicos, saponínicos, taninos e triterpenos (Fiuza et al., 2008). Nas frações voláteis de extratos aquosos e etanólicos, constituintes como epóxido de selina-1,3,7(11)-trien-8-ona, selina-1,3,7(11)-trien-8-ona, δ -cadineno, D-germacreno e *trans*-cariofileno foram identificados, além de outros constituintes encontrados em pequenas proporções como copaeno, β -elemeno, espatulenol, α -humuleno e β -mirceno (Martinez-Correa et al., 2011).

Diversos compostos também têm sido encontrados em extratos de frutos de *E. uniflora*. Teores significativos de compostos fenólicos, carotenóides totais e antocianinas, considerados antioxidantes, foram detectados nos frutos (Lima et al., 2002). Os constituintes

trans- β -ocimeno, β -ocimeno, *cis*-ocimeno, β -pineno e selina-1,3,7(11)-trien-8-ona foram encontrados em extratos elaborados a partir de frutos dessa espécie (Oliveira et al., 2006a). Uma investigação fitoquímica realizada com frutos revelou que aqueles de cor vermelha intensa apresentam maiores teores de antocianinas, carotenóides e compostos fenólicos quando comparados aqueles de cor verde, que exibiram maior ação antioxidante, recomendados então para uso na indústria cosmética (Fetter et al., 2009).

Óleos essenciais extraídos de folhas e frutos de *E. uniflora* também vêm sendo investigados quanto a sua composição química. No óleo de folhas dessa espécie foram identificados os constituintes selina-1,3,7(11)-trien-8-ona (Ogunwande et al., 2005; Brun & Mossi, 2010; Gallucci et al., 2010), atractilona, furanodieno (Ogunwande et al., 2005; Amorim et al., 2009; Brun & Mossi, 2010), curzereno (Ogunwande et al., 2005; Melo et al., 2007; Brun & Mossi, 2010; Gallucci et al., 2010; Peixoto et al., 2010), α -cadinol, espatulenol, γ -elemeno, globulou (Melo et al., 2007), germacreno B (Melo et al., 2007; Gallucci et al., 2010; Peixoto et al., 2010), β -elemeno (Melo et al., 2007; Brun & Mossi, 2010; Peixoto et al., 2010), epóxido de selina-1,3,7(11)-trien-8-ona, β -cariofileno (Gallucci et al., 2010), germacreno (Brun & Mossi, 2010; Gallucci et al., 2010) e *trans*-cariofileno (Brun & Mossi, 2010).

No óleo dos frutos foram identificados germacreno, selina-1,3,7(11)-trien-8-ona, curzereno e óxidoselina-1,3,7(11)-trien-8-ona como majoritários (Ogunwande et al., 2005).

Uso popular e atividade farmacológica de *E. uniflora*

No Brasil, folhas e frutos de *E. uniflora* são apreciados na medicina popular por suas atividades biológicas (Lorenzi & Matos, 2002). As folhas são usadas na forma de decoctos ou infusos, enquanto os frutos são consumidos *in natura*. Folhas e frutos são empregados contra febres, no alívio de diarreias e dores reumáticas (Auricchio et al., 2007).

O extrato hidroalcolico de folhas dessa espécie inibiu a atividade da enzima xantina-oxidase em camundongos (Schmeda-Hirschmann et al., 1987) e reduziu a hiperglicemia e a hipertriglicemia em camundongos, sendo indicado para o tratamento do diabetes e da obesidade (Arai et al., 1999). A fração acetato de etila do extrato de folhas foi responsável pelo aumento da contratilidade duodenal em ratos (Gbolade et al., 1996). O

extrato aquoso de folhas provocou vasodilatação direta e aumento do fluxo sanguíneo renal em ratos (Consolini et al., 1999) determinando ação hipotensiva (Consolini & Sarubbio, 2002). Extratos hidroalcolico, etanólico e metanólico de folhas apresentaram atividade antioxidante (Velazquez et al., 2003; Auricchio et al., 2007; Martinez-Correa et al., 2011).

O óleo essencial das folhas foi responsável por efeitos hipotérmico e antinociceptivo em camundongos (Amorim et al., 2009).

Atividade antimicrobiana de *E. uniflora*

Extratos de folhas de *E. uniflora* tem inibido o crescimento de microrganismos causadores de doenças. O extrato aquoso inibiu o crescimento de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* e *Shigella dysenteriae* (Fadeyit & Akpan, 1989). Extratos etanólicos impediram o crescimento de *Trichophyton rubrum* (Souza et al., 2002). Extratos hidroalcolicos inibiram o crescimento de *S. aureus*, *E. coli* (Holetz et al., 2002; Auricchio et al., 2007), *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Salmonella choleraesuis* (Auricchio et al., 2007) enquanto extratos etanólicos inibiram o crescimento de *E. coli* e modularam a ação do antibiótico gentamicida (Coutinho et al., 2010). O extrato hidroalcolico de frutos inibiu o crescimento de *Streptococcus mutans* (Jovito et al., 2009).

O óleo essencial de folhas de *E. uniflora* apresentou efeito antimicrobiano frente a *Bacillus cereus* (Ogunwande et al., 2005), demonstrou efeito descontaminante sobre escovas dentárias infectadas por *S. mutans* (Oliveira et al., 2009a) e inibiu o crescimento de *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus epidermidis* e *Xanthomonas campestris* (Brun & Mossi, 2010), enquanto o óleo essencial dos frutos apresentou atividade frente a *S. aureus* (Ogunwande et al., 2005).

Atividade acaricida de *E. uniflora*

Compostos voláteis do óleo essencial de folhas de *E. uniflora*, cujo o composto majoritário foi identificado como selina-1,3,7(11)-trien-8-ona, provocaram mortalidade de *Tetranychus urticae* Koch com CL₅₀ de 0,19µL/L de ar (Neves et al., 2009). Sobre o ácaro de grãos armazenados *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) foi verificada mortalidade de até

50%, provocada pela ação fumigante do óleo essencial dessa planta, na concentração de 50µL/L de ar depois de 48 horas de exposição (Assis, 2010).

***Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae)**

O gênero *Lippia* pertence a família Verbenaceae e encontra-se distribuído na América do Sul e Central e na África (Terblanché & Kornelius, 1996) com cerca de 200 espécies de ervas, arbustos e pequenas árvores (Pascual et al., 2001). No Brasil ocorrem aproximadamente 70% das espécies desse gênero (Viccini et al., 2004; 2006), popularmente utilizadas na forma de decoctos e infusos como antisséptico (Lacoste et al., 1996), contra problemas respiratórios como tosse, bronquite e asma e contra febre e gripes (Pascual et al., 2001).

Entre as espécies desse gênero nativas do nordeste brasileiro destaca-se *Lippia sidoides* Cham. que ocorre principalmente nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte (Costa et al., 2002), onde é conhecida como alecrim pimenta, alecrim do nordeste, alecrim bravo ou estrepa cavalo (Innecco et al., 2000; Matos, 2000). A planta é um arbusto caducifólio, ereto, muito ramificado e quebradiço, que mede de 2 a 3 metros de altura. Apresenta flores pequenas, esbranquiçadas e reunidas nas axilas das folhas que, por sua vez, são aromáticas e de sabor picante (Matos, 2000), consistindo na parte vegetal mais utilizada tradicionalmente, talvez por resguardar grande quantidade de óleo essencial.

Fitoquímica de *L. sidoides*

A fitoquímica de extratos de *L. sidoides* tem revelado a complexa constituição química desses produtos. O flavonóide taxifolina e a lignana isolariciresinol foram isolados de extratos etanólicos de caules e cascas (Costa et al., 2002). Heterosídeos de flavonas e de flavanonas foram identificados de extratos alcóolicos de folhas e inflorescências (Nunes et al., 2005a; b). β -sitosterol, tecomaquinona, carvacrol, o flavonóide 4',5,7-trihidroxiflavanona (naringenina), a mistura de flavonóides 3',4',5,7-tetrahidroxiflavanona e 4',5,7-trihidroxi-6-metoxiflavona e a mistura de 3,4,4',6'-tetrahidroxidihidrocalcona-2'-O- β -D-glucopiranosida e 4,4',6'-trihidroxidihidrocalcona-2'-O- β -D-glucopiranosida foram isolados de extratos etanólicos de raízes, caules e folhas (Almeida et al., 2010).

O óleo essencial de *L. sidoides* extraído de folhas, flores, caule e outras partes vegetais apresenta constituintes mono e sesquiterpênicos (Sousa et al., 2002). Timol tem sido o componente majoritário na maioria das investigações químicas (Radunz et al., 2002; Girão et al., 2003; Fontenelle et al., 2007; Fernandes et al., 2009; Oliveira et al., 2009b; Cavalcanti et al., 2010). Outros contituíntes como 1,8-cineol (Girão et al., 2003), β -cariofileno (Girão et al., 2003; Calvacanti et al., 2010), p -cimeno (Girão et al., 2003; Fontenelle et al., 2007; Calvacanti et al., 2010), γ -terpineno (Girão et al., 2003; Fontenelle et al., 2007; Fernandes et al., 2009; Calvacanti et al., 2010), *E*-cariofileno (Fontenelle et al., 2007), mirceno (Fontenelle et al., 2007; Calvacanti et al., 2010), *orto*-cimeno, óxido de cariofileno, β -mirceno, metil-timol, α -terpineno (Fernandes et al., 2009) e carvacrol (Calvacanti et al., 2010) também tem sido encontrados em menores proporções.

Uso popular, atividade farmacológica e antimicrobiana de *L. sidoides*

O óleo essencial de *L. sidoides* desempenhou atividade antioxidante, anti-inflamatória e gastroprotetora em camundongos (Monteiro et al., 2007). Extratos etanólicos de raízes, caules e folhas também apresentaram atividade antioxidante (Almeida et al., 2010).

Estudos têm comprovado os efeitos antiséptico e antimicrobiano de folhas e flores de *L. sidoides* como indica a medicina popular (Costa et al., 2002). O extrato hidroalcolólico de folhas dessa planta foi eficiente frente à *Salmonella thyphimurium*, *S. aureus*, *Listeria monocytogenes* e *Yersinia enterocolitica* (Bara & Venetti, 1998). O enxaguatório bucal a base do óleo dessa planta reduziu inflamações gengivais em cães (Girão et al., 2003), enquanto o gel dental a base do extrato de folhas diminuiu a perda óssea alveolar provocada por doenças periondontais em ratos (Botelho et al., 2007a). Extratos metanólicos de folhas inibiram o crescimento de microrganismos do biofilme dental tais como *S. mutans*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus sobrinus* e *Lactobacillos casei* (Albuquerque et al., 2008).

O óleo de *L. sidoides* inibiu o crescimento de *P. aeruginosa*, *E. coli* (Lemos et al., 1990), *Corynebacterium xerosis* (Lacoste et al., 1996), *S. aureus* (Oliveira et al., 2006b), *Candida* spp. e *Microsporium canis* (Fontenelle et al., 2007). O óleo essencial e os

compostos isolados, timol e carvacrol, foram eficientes contra os microrganismos causadores de doenças orais, como *S. mutans* e *C. albicans*, reduzindo a ocorrência de placas bacteriana e inflamações gengivais em ratos (Botelho et al., 2007b; Botelho et al., 2009a).

Além de bactérias e fungos, o óleo de *L. sidoides* tem causado mortalidade em outros parasitas. O óleo dessa planta inviabilizou mais de 90% dos ovos e larvas do nematóide *Haemonchus contortus* (Rudolf) em testes *in vitro* (Camurça-Vasconcelos et al., 2007), reduziu os nematóides gastrointestinais *Haemonchus* spp. e *Trichostrongylus* spp. em ovinos tratados com o óleo (Camurça-Vasconcelos et al., 2008) e inibiu o crescimento de formas promastigotas do protozoário *Leishmania chagasi* Da Cunha & Chagas (Oliveira et al., 2009b).

Atividade inseticida e acaricida de *L. sidoides*

O óleo essencial de *L. sidoides* tem apresentado resultados promissores sobre larvas de insetos vetores de doenças. O óleo essencial puro, seu hidrolato e os constituintes timol e carvacrol foram eficientes sobre larvas de *Aedes aegypti* L. com ação larvicida instantânea para o óleo puro, seu hidrolato e timol (Carvalho et al., 2003). Mortalidade de 100% de larvas de *A. aegypti* e *Culex quinquefasciatus* Say foi registrada após 10 minutos do contato dos insetos com o produto natural a uma concentração de 100 ppm (Costa et al., 2005).

A atividade do óleo essencial de quatro acessos de *L. sidoides* e seus principais constituintes, timol, p-cimeno, β -cariofileno e carvacrol foi registrada apenas sobre *T. urticae*. Os autores constataram mortalidade por ação fumigante causada por todos os acessos e constituintes, sendo o timol o mais tóxico com CL₅₀ de apenas 0,001 μ L/L de ar (Cavalcanti et al., 2010).

2.2. Os ácaros

***Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Tetranychidae)**

Tetranychus evansi Baker & Pritchard (Tetranychidae), conhecido como ácaro vermelho do tomateiro, foi relatado pela primeira vez no Brasil, no estado da Bahia (Silva,

1954) quando foi confundido com *Tetranychus marianae* McGregor, sendo a América do Sul seu possível centro de origem (Gutierrez & Etienne, 1986). No entanto, essa espécie só foi descrita em 1960 no continente africano, a partir de espécimes encontrados na Ilha de Maurícius infestando plantas do tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill. (Baker & Pritchard, 1960).

Moraes et al. (1987) sugeriram que *T. evansi* se alimentasse especificamente de plantas da família Solanaceae. No entanto, tem sido reportado sobre plantas de outras famílias na Europa (Migeon, 2007). É considerado uma importante praga de batata, *Solanum tuberosum* L.; berinjela, *Solanum melongena* L.; fumo, *Nicotiana tabacum* L. e tomateiro (Knapp et al., 2003; Moraes & Flechtmann, 2008).

O ácaro *T. evansi* causa danos diretos as plantas, ocasionando secamento das folhas, seguido de desfolha e redução no tamanho e número de frutos, induzindo-os à maturação precoce (Flechtmann & Baker, 1970). Isso acontece porque assim como outros tetraniquídeos, *T. evansi* alimenta-se do conteúdo celular das plantas, tornando-as amareladas ou esbranquiçadas, enfraquecendo-as. Isso leva à queda prematura dessas partes aéreas conduzindo os frutos a exposição ao sol e consequente depreciação. Quando a população está muito elevada, há uma considerável produção de teia que recobre rapidamente as folhas do hospedeiro (Moraes & Flechtmann, 2008).

Diferentes temperaturas foram consideradas adequadas para o crescimento de *T. evansi* em laboratório, com médias variando de 10,3 à 38°C, sendo 34°C considerada a temperatura ótima para o crescimento da população (Bonato, 1999). Moraes & Flechtmann (2008), contudo, afirmaram que temperaturas acima de 25°C podem reduzir o nível de oviposição e o período de desenvolvimento de ácaros tetraniquídeos.

O ácaro vermelho do tomateiro tornou-se uma praga invasora em muitas regiões do mundo (Migeon et al., 2009). Nas Américas, esse ácaro foi registrado pela primeira vez no Brasil (Silva, 1954), posteriormente foi relatado nos Estados Unidos (Wene, 1956; Moutia, 1958), Porto Rico (Moraes et al., 1987), Argentina (Furtado, 2006; Alvarado, 2007) e Peru (Alvarado, 2007), ocorrendo nesses países apenas em Solanaceae. Na África, onde foi introduzido acidentalmente, *T. evansi* foi registrado pela primeira vez na Ilha de Maurícius

(Baker & Pritchard, 1960), passando posteriormente a ser relatado em outros países tais como Congo, Marrocos, Moçambique, Reunion, Ilhas Rodrigues, Seychelles, Tunísia, Ilhas Virgens, Zâmbia e Zimbábue (Boland et al., 1998). Na Europa, onde também é registrado infestando plantas de outras famílias (Moraes & Flechtmann, 2008), *T. evansi* foi encontrado em Portugal (Ferreira & Carmona, 1990), Espanha (Ferragut & Escudero, 1999), França (Migeon, 2005), Itália (Castagnoli et al., 2006) e Grécia (Tsagkarakou et al., 2007) e na Ásia, em Israel (Ben-David et al., 2007).

Nos países do continente africano onde tem sido registrado, *T. evansi* é considerado uma das pragas mais destrutivas de solanaceas cultivadas, causando perdas especialmente na produção do tomateiro, com reduções de até 90% (Knapp et al 2003; Saunyama e Knapp, 2003).

No Brasil, durante os anos 70 e 80, esse ácaro atingiu altos níveis populacionais em tomateiros no semi-árido da região nordeste (Ramalho & Flechtmann, 1978). Chegou a ser considerado a mais importante praga de tomateiros do estado de Pernambuco quando causou grandes prejuízos na produção (Ramalho & Flechtmann, 1979). É encontrado do Nordeste ao Sul do país (Moraes & Flechtmann, 2008).

A mais importante das espécies de tomateiro, *L. esculentum*, consumida em todos os continentes (Alvarado, 2007), tem *T. evansi* como uma de suas principais pragas (Flechtmann, 1985). O cultivo dessa Solanaceae no Brasil é de grande importância econômica, pois é praticado em todos os estados, especialmente naqueles das regiões Sudeste e Centro-Oeste (Filgueira, 2000). Koller et al. (2007) sugeriram que *T. evansi* é uma praga-chave do tomateiro, uma vez que esta planta fornece proteção contra inimigos naturais. Efeitos diretos dessa proteção podem ser percebidos a partir de características morfológicas e/ou de exsudatos de tricomas glandulares presentes na planta, enquanto os efeitos indiretos são percebidos nos fitófagos, quando acumulam compostos tóxicos da planta.

O principal método de controle de *T. evansi* na agricultura tem sido o químico (Furtado, 2006). Com o intuito de obter um controle alternativo que de maneira eficiente e ecologicamente segura possa reduzir as populações dessa praga, estudos sobre técnicas de

adubação, resistência varietal, controle microbiano, controle biológico com uso de predadores e acaricidas naturais de origem vegetal têm sido investigados (Parra et al., 2002; Moraes & Flechtmann, 2008).

Técnicas de adubação e resistência varietal no controle de *T. evansi*

Tomateiros adubados com nitrogênio e fósforo não foram atacados por *T. evansi*, provavelmente, por estarem em equilíbrio nutricional, tornando-se mais resistentes (Cuane, 2008). A resistência de tomateiros ao ataque dessa espécie também foi associada aos altos teores de açúcares presentes na planta (Pereira et al., 2008) e a quantidade e tipos de tricomas, indicando que quanto maior a densidade de tricomas glandulares, menor o aparecimento de *T. evansi* na planta (Onyambus et al., 2011).

Controle biológico de *T. evansi*

A procura por inimigos naturais associados ao ácaro vermelho do tomateiro foi realizada em vários países. Pesquisas brasileiras colaboraram com o grande projeto de controle biológico clássico de *T. evansi* que, coordenado pelo “*International Centre of Insect Physiology and Ecology*” (ICIPE), pretendia buscar inimigos naturais na América do Sul para serem introduzidos como agentes de controle da praga na África. Com esse fim pesquisas foram conduzidas no nordeste (Rosa et al., 2005; Furtado, 2006; Fiaboe et al., 2007), sul, sudeste (Furtado et al., 2006) e centro-oeste do Brasil (Furtado, 2006), no Peru (Alvarado, 2007), norte (Alvarado, 2007) e noroeste da Argentina (Furtado et al., 2007a).

No controle biológico clássico são realizadas, em pequeno número, liberações inoculativas de inimigos naturais, que visam controlar uma determinada praga exótica. Entre esses inimigos naturais podem ser incluídos patógenos, predadores e/ou parasitóides (Parra et al., 2002).

Controle microbiano é aquele que utiliza patógenos como agentes controladores, como fungos, bactérias, vírus e outros. Mortalidade em fêmeas de *T. evansi* foi atribuída aos fungos *Metarhizium anisopliae* (Metschnik.) Sorok. e *Bauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Wekesa et al., 2005). Esses mesmos autores verificaram que os estágios de ovo, deutoninfa e adulto foram mais susceptíveis ao ataque desses patógenos do que larvas e protoninfas. Os

fungos também foram responsáveis por diminuir a oviposição de *T. evansi* (Wekesa et al., 2006).

Fungos do gênero *Neozygites* foram encontrados em campo em associação com *T. evansi* (Furtado, 2006; Alvarado, 2007). Quando avaliado o desempenho da espécie *Neozygites floridana* (Weiser & Muma) Remaudière & Keller sobre *T. evansi* em diferentes plantas hospedeiras, observou-se que a ação do fungo sobre o ácaro pode variar de acordo com a planta hospedeira utilizada pelo fitófago (Wekesa et al., 2011).

No controle biológico de ácaros com predadores, ácaros e insetos podem ser utilizados como agentes. A ocorrência de ácaros predadores associados a *T. evansi* nas espécies de solanáceas mais comuns no litoral de Pernambuco foi estudada por Rosa et al. (2005). Foram encontrados os ácaros *Asca* sp., *Paraphytoseius orientalis* (Narayanan, Kaur & Ghai) e *Phytoseius guianensis* De Leon como os predadores mais abundantes, além de *Phytoseiulus macropilis* (Banks), encontrado em menor frequência. Os autores avaliaram em laboratório a aceitação de *T. evansi* como presa para os predadores encontrados, não tendo resultados relevantes. Embora se mantivessem vivos por alguns dias quando alimentados com *T. evansi*, os níveis de reprodução dos quatro predadores foram muito baixos. Ainda que sejam encontrados comumente sobre solanáceas no campo, aqueles predadores alimentam-se muito pouco ou não se alimentam de *T. evansi*.

A busca por inimigos naturais em solanaceae no Sul e Sudeste do Brasil foi realizada por Furtado et al. (2006). Os autores registraram *Galendromus annectens* (De Leon) e *Phytoseiulus longipes* Evans como os únicos predadores associados a *T. evansi*. O primeiro foi encontrado somente uma vez associado à praga, enquanto *P. longipes* apresentou ovos, ninfas e adultos de ambos os sexos coabitando com a praga em três diferentes espécies de solanaceas de dois diferentes períodos do ano, quando *T. evansi* era o único artrópode presente na planta. Além disso, *P. longipes* conseguiu se locomover sem dificuldades sobre a teia fabricada por *T. evansi* e sobre os tricomas das folhas de tomateiro.

Segundo Vasconcelos (2006), *Phytoseiulus fragariae* Denmark & Schicha e *Neoseiulus californicus* (McGregor) não predaram com eficiência *T. evansi*, o primeiro, contudo mostrou-se promissor para o controle biológico de *T. urticae*.

A busca por inimigos naturais de *T. evansi* foi realizada no noroeste da Argentina por Furtado et al. (2007a). Os autores registraram os predadores *N. californicus*, *Euseius concordis* (Chant), *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma, *P. fragariae* e *Proprioseiopsis cannaensis* (Muma) associados aquela praga em plantas da família Solanaceae.

Parâmetros como oviposição, preferência alimentar e tabela de vida de uma população brasileira de *P. longipes* exposta a diferentes itens alimentares foram investigados por Furtado et al. (2007b). O predador não ovipositou quando alimentado com o pólen de *Ricinus communis* L. e de *Typha* sp. e embora tenha apresentado a mesma taxa de oviposição quando alimentado com *T. evansi* ou com *T. urticae*, no teste de preferência alimentar *P. longipes* preferiu folhetos infestados com *T. evansi* àqueles com *T. urticae*. Nos folhetos com *T. evansi*, o predador depositou mais ovos e apresentou maiores parâmetros reprodutivos quando comparado aquele predador alimentado com *T. urticae*. Os dados sugeriram potencial para aquela população de predadores no controle de *T. evansi*.

Tetranychus evansi não foi verificado em solanáceas coletadas no Peru, porém esse ácaro foi encontrado infestando solanáceas no norte da Argentina associado aos fitoseídeos *N. californicus*, *N. idaeus*, *P. macropilis*, *E. concordis*, *Neoseiulus tunus* (De Leon), *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Thyphlodromalus peregrinus* (Muma) e *P. fragariae* (Alvarado, 2007).

A distribuição de *T. evansi* e *P. longipes* no sul do Brasil foi investigada por Silva et al. (2008). Embora o fitófago tenha sido encontrado em todos os pontos amostrados, o predador foi localizado somente em Uruguaiana em São Paulo, especialmente nas áreas urbanas.

O coleoptero *Stethorus tridens* Gordon foi eficiente na predação de *T. evansi*. O inseto consumiu em média 33 ácaros por dia, sem redução significativa na sua taxa de oviposição (Britto et al., 2009).

Neoseiulus californicus e *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot não se mostraram eficientes em controlar *T. evansi* em laboratório (Moraes & McMurtry, 1985; 1986; Knapp et al., 2003). Embora não se tenha encontrado substâncias tóxicas, nem

características morfológicas ou comportamentais em *T. evansi* que explicassem a ineficácia desses predadores, é provável que o ácaro vermelho do tomateiro acumule compostos tóxicos extraídos de solanáceas que afetem seus predadores (Moraes & McMurtry, 1985; 1986; 1987). *Neoseiulus californicus* e *P. persimilis* apresentaram, também, redução do período de oviposição e fecundidade, aumento do período de desenvolvimento e de pré-oviposição quando alimentados com *T. evansi* (Escudero & Ferragut, 2005).

Controle de *T. evansi* com produtos vegetais

Um único estudo foi encontrado avaliando a ação de produtos comerciais de origem vegetal no controle de *T. evansi*. A pesquisa avaliou a ação direta da calda sulfocálcica e das formulações comerciais a base de azadiractina, NeemPro®, Organic Neem® e Natuneem® (Soto et al., 2010). Inicialmente os autores buscaram obter a concentração que provocasse mortalidade de 95% da população do ácaro, conhecida como CL₉₅, de cada produto, realizando pulverizações controladas de diferentes concentrações em Torre de Potter. Após constatarem concentrações letais de 2,12% de Natuneem®; 1,3% de calda sulfocálcica; 1,22% de Organic Neem® e 0,81% de NeemPro®, os produtos foram pulverizados sobre tomateiros infestados com *T. evansi* em casa de vegetação e as avaliações feitas por até 10 dias após as aplicações. A eficiência de todos os produtos aumentou com o tempo de exposição. Nas concentrações 0,62; 0,72; 0,93 e 1,34% dos produtos calda sulfocálcica, NeemPro®, Organic Neem® e Natuneem® respectivamente, foi observada paralisação da taxa intrínseca de crescimento populacional. Os percentuais de redução populacional de *T. evansi* em plantas pulverizadas com os produtos avaliados foram superiores a 95% cinco dias após a aplicação.

O conhecimento de espécies vegetais com atividade sobre ácaros fitófagos constitui uma alternativa ao método de controle químico convencional. Os produtos naturais extraídos de plantas geralmente apresentam riqueza de componentes químicos que dificultam a seleção de populações resistentes. Além disso, por geralmente apresentarem rápida degradação no meio, reduzem os riscos de intoxicações de produtores e consumidores.

***Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae)**

Tetranychus urticae Koch é um ácaro tetraniquídeo que foi descrito em 1836 a partir de espécimes encontrados na Alemanha (Pritchard & Baker, 1955). É cosmopolita e polífago, atacando severamente inúmeras plantas, cultivadas ou não, sendo considerado uma das mais importantes espécies de ácaros fitófagos para a economia em todo o mundo (Moraes & Flechtmann, 2008).

Comumente é designado por ácaro rajado ou *two-spotted spider mite*, na língua inglesa, por exibir duas manchas escuras no dorso, resultantes do acúmulo de massas alimentares nos dois primeiros pares de cecos. Ele produz grande quantidade de teia, que parece desempenhar inúmeras funções relacionadas à proteção da colônia (Moraes & Flechtmann, 2008).

O efeito de temperaturas entre 15 e 30°C sobre a biologia de *T. urticae* foi avaliado em experimentos realizados em laboratório usando discos de folhas de soja. Na temperatura de 15°C o período de ovo durou 12,8 dias, a fase jovem 17,2 dias e a fase adulta 47,2 dias nas fêmeas e 33,7 dias nos machos; na temperatura de 20°C o período de ovo durou 6,5 dias, a fase jovem 9,8 dias e a fase adulta 40,8 dias em fêmeas e 36,4 dias em machos; aos 25°C o período de ovo durou 3,4 dias, a fase jovem 4,7 dias e a fase adulta 20 dias para fêmeas e 25,1 dias para machos e aos 30°C o estágio de ovo durou 2,8 dias, a fase jovem apenas 4,1 dias e a fase adulta 16,1 dias para fêmeas e 24,1 dias para machos. De ovo a adulto na temperatura de 30°C as fêmeas levaram 6,9 dias e os machos 7 dias (Bertollo, 2007).

Tetranychus urticae infesta cultivos de algodão, *Gossypium herbaceum* (Goss); feijão comum, *Phaseolus vulgaris* L. e macassar, *Vigna unguiculata* (L.); mandioca, *Manihot esculentum* Crantz; milho, *Zea mays* L. e soja, *Glycine max* Merrill. Entre as frutíferas é praga do mamoeiro, *Carica papaya* L.; pitangueira, *E. uniflora*; morangueiro, *Fragaria vesca* L.; melancia, *Citrullus vulgaris* Schrad. e melão, *Cucumis melo* L. Também causam danos às plantações de tomate, *L. esculentum*; batata, *S. tuberosum*; berinjela, *S. melongena*; pepino, *Cucumis sativos* L. e alface, *Lactuca scariola* L. Entre as ornamentais, o ácaro rajado tem infestado plantas de crisântemos, *Chrysanthemum frutescens*

L. e *Dendranthema grandiflorum* (Ramat.); orquídeas (Orchidaceae) e roseiras, *Rosa* sp., bem como antúrio, *Anthurium* sp.; guiné, *Petiveria* sp. e rabo-de-gato, *Acalypha reptans* Sw. (Moraes & Flechtmann, 2008).

No Brasil, *T. urticae* é uma das principais pragas dos cultivos de algodão (Chiavegato, 1975; Gallo et al., 2002), feijão (Fustaino, 1987), milho (Flechtmann & Santana, 1997), mamão (Vieira et al., 2004), uva, morango, tomate, melão e pepino e das ornamentais guiné, orquídea e rosas (Moraes & Flechtmann, 2008).

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de investigar métodos de controle alternativos ao convencional método químico estabelecido sobre *T. urticae*. Mecanismos de defesa e técnicas de indução de defesa têm sido desenvolvidos em plantas, enquanto genes de resistência são buscados para serem aplicados em plantas e controlar o ataque dessa praga, além de continuarem as buscas por inimigos naturais mais eficientes para o controle biológico. Produtos naturais de origem vegetal também têm sido investigados para o controle de populações desse fitófago.

Resistência de plantas a *T. urticae*

Linhagens de tomateiros com altos teores de 2-tridecanona repeliram *T. urticae* (Aragão et al., 2002). O triterpeno Curcubitacim C, encontrado em pepinos da espécie *C. sativus*, foi registrado conferindo resistência a *T. urticae* (Balkema-Boomstra et al., 2003).

O efeito direto e residual dos constituintes metil cetona, 2-tridecanona e 2-undecanona, presentes no tomateiro *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* Mull. foram avaliados sobre *T. urticae*, sendo metil cetona considerado o constituinte mais tóxico e tridecanona ligeiramente mais tóxico que 2-undecanona (Chatzivasileiadis & Sabelis et al., 2004).

A repelência sobre *T. urticae* desempenhada por híbridos de tomateiro resultantes do cruzamento entre linhagens com alto teor de zingibereno e linhagens com alto teor de acilaçúcar foi comparada com aquelas parentais e testemunhas comerciais. Os genótipos

duplos heterozigotos e suas linhagens parentais desenvolveram repelência ao ácaro rajado em relação às testemunhas comerciais (Silva et al., 2009).

Controle biológico de *T. urticae*

O controle microbiano com a suspensão bacteriana de *Pseudomonas putida* biótipo B reduziu o número de ovos viáveis de *T. urticae*, pulverizados ou imersos no tratamento. As pulverizações foram mais eficientes, inviabilizando 100% dos ovos (Aksoy et al., 2008).

Populações de *T. urticae* cresceram mais lentamente sobre algodoeiros jovens previamente tratados com inóculos de fungos *Verticillium dahliae* (Kleb.) quando comparadas com populações mantidas sobre plantas não inoculadas (Karban et al., 1987). Patogenicidade de isolados de *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *Hirsutella* sp. sobre *T. urticae* provocaram mortalidade crescente a partir do terceiro dia após exposição ao produto. A maior mortalidade ocorreu no quarto e quinto dias após a inoculação (Tamai et al., 2002). A ação de isolados de *M. anisopliae* e *B. bassiana* em temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C provocaram mortalidade de *T. urticae*, com os isolados fúngicos mostrando-se mais virulentos a partir de 25°C (Bugeme et al., 2009).

A patogenicidade de *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *Lecanicillium longisporum* (Petch) Zare e W. Gams sobre *T. urticae* foi avaliada por Moro et al. (2011) em diferentes cultivares de mamoeiro. Os autores constataram os melhores resultados para o formulado a base de *L. longisporum* e de *M. anisopliae*. Já o desempenho do fungo *N. floridana* sobre *T. urticae* foi avaliado por Wekesa et al. (2011) em feijão, morango e gérbera, constatando-se que a atividade do fungo sobre o ácaro pode variar de acordo com a planta hospedeira.

No controle biológico de *T. urticae* com predadores, os ácaros da família Phytoseiidae são os mais utilizados. A eficiência de *P. persimilis* predando *T. urticae* em feijoeiro *P. vulgaris* e *Solanum douglasii* Dunal foi observada por Moraes & McMurtry (1987). Populações de *T. urticae* foram significativamente reduzidas por *N. idaeus* (Denmark & Muma) em *C. sativus* e por *N. idaeus* e *P. macropilis* em *F. vesca* (Watanabe et al., 1994). *Typhlodromus pyri* Scheuten e *N. californicus* foram identificados como

importantes predadores de *T. urticae* em cultivos de morango (Zacharda & Hluchy, 1997; Greco et al., 1999).

Euseius finlandicus (Oudemans) foi considerado um predador eficiente de *T. urticae*. Nesse estudo os autores ofereceram além de *T. urticae*, o ácaro *Aceria* sp. e pólen de *Tulipa gesnerana* L. e verificaram que o predador apresentou alto consumo de *T. urticae* (Abdallah et al., 2004). *Euseius hibisci* (Chant) predou mais ovos de *T. urticae* que outros estágios do desenvolvimento dessa praga em morangueiro (Badii et al., 2005). *Phytoseiulus fragariae* e *N. californicus* predaram *T. urticae* sobre folhas de *S. americanum* e *L. esculentum*, em laboratório (Vasconcelos, 2006), *N. idaeus* predou o ácaro rajado em mamoeiro (Collier et al., 2007), *P. persimilis* alimentou-se de *T. urticae* sobre *Citrus reticulata* Blanco na Espanha (Abad-Moyano et al., 2010).

Controle de *T. urticae* com produtos vegetais

Extratos aquosos e orgânicos de espécies vegetais têm sido investigados quanto as suas atividades sobre *T. urticae*. Mortalidades de populações de *T. urticae* foram provocadas pelos extratos aquosos de comigo-ninguém-pode, *Dieffenbachia brasiliensis* (Vieich); arruda, *Ruta graveolens* L.; cebola, *Allium cepa* L.; agave, *Agave angustifolia* Haw. e pinha, *Annona squamosa* L. pulverizados sobre os ácaros em casa de vegetação (Potenza et al., 2006). Extratos aquosos e hidroalcóolicos de hortelã, *Mentha spicata* x *M. suaveolens* L.; hortelã-pimenta, *Mentha piperita* L.; calêndula, *Calendula officinalis* L.; insulina, *Cissus sicyoides* L.; louro, *Laurus nobilis* L. e eucalipto-de-cheiro, *Eucalyptus citriodora* Hook. provocaram mortalidade de *T. urticae* quando pulverizados sobre esse ácaro (Vieira et al., 2006).

Óleos essenciais também têm apresentado diferentes formas de ação sobre *T. urticae*. Atividade repelente foi desempenhada pelo óleo de folhas de louro-babão, *Ocotea gardneri* (Meisn) Mez. (Botelho et al., 2009a), do híbrido, *Citrus sinensis* Osbeck x *C. reticulata* (Gomes et al., 2009) e pelo óleo de cascas de frutos de laranja-lima, *Citrus aurantium* L. (Botelho et al., 2009b).

O óleo essencial de folhas de *Xylopi sericea* A. St. Hil. provocou maior toxicidade e efeito ovicida por ação fumigante sobre *T. urticae* que o óleo de frutos dessa

planta, embora não tenham demonstrado diferenças significativas quanto as CL₅₀ (Pontes et al., 2007a). O óleo essencial de folhas de alecrim, *Rosmarinus officinalis* L. provocou mortalidade e diminuiu a fecundidade de *T. urticae* por ação fumigante (Born et al., 2009). Óleos essenciais de quatro acessos de folhas de *L. sidoides* (Calvacanti et al., 2010) e o óleo de *E. citriodora* causaram mortalidade de *T. urticae* também por efeito fumigante (Han et al., 2010).

O óleo essencial de *R. officinalis* causou mortalidade de *T. urticae* por efeito residual (Miresmailli et al., 2006), assim como os óleos de folhas de guaçatonga, *Casearia sylvestris* Sw e pariparoba, *Pothomorphe umbellata* L. e de raízes de carrapichinho, *Acanthospermum australe* (Loefl.) que desempenharam ação acaricida após 72 horas de contato indireto com *T. urticae* (Becker, 2008).

Óleos essenciais de folhas e frutos de *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. causaram mortalidade e deterrência de oviposição em *T. urticae*, além da repelência induzida pelo óleo dos frutos (Pontes et al., 2007b).

Mortalidade de *T. urticae* por ação fumigante do óleo de resinas frescas e envelhecidas de *Protium bahianum* Daly foi registrada por Pontes et al. (2007c). Efeito repelente, contudo, foi registrado apenas para o óleo de resinas velhas dessa planta.

Atividade fumigante, repelente e de contato residual do óleo essencial de espécies do gênero *Piper* foi avaliada por Araújo (2011) sobre *T. urticae*. Os autores verificaram que o óleo de *Piper aduncum* L., *Piper arboreum* L., *Piper tuberculatum* L. e *Piper caldense* C. DC. desempenharam ação fumigante e reduziram o número de ovos de *T. urticae*. Apenas os óleos de *P. aduncum* e *P. arboreum* foram avaliados quanto aos seus efeitos residuais, causando mortalidade e redução da quantidade de ovos do fitófago. Os óleos de *P. tuberculatum* e *P. caldense* mostram-se repelentes.

Concentrações do produto Neemseto® provocaram maior toxicidade sobre *T. urticae* que sobre *Euseius alatus* De Leon e *P. macropilis*. Embora as concentrações tenham repellido *T. urticae* e *E. alatus*, mantendo-se neutras sobre *P. macropilis*, a mortalidade foi maior sobre o fitófago que sobre os predadores (Brito et al., 2006a).

A eficácia do óleo de *R. officinalis* e do produto EcoTrol®, a base do óleo dessa planta, foi observada sobre o ácaro rajado. Ambos demonstraram mortalidade em concentrações não tóxicas a planta hospedeira e ao predador *P. persimilis*, além de não persistir no ambiente, com efeitos letais e subletais desaparecendo em até 48 horas (Miresmailli & Isman, 2006). O produto comercial Organic Neem®, apresentou efeitos repelente e ovicida sobre *T. urticae* após 24 e 48 horas respectivamente (Calvacante et al., 2007).

2.3. Resistência de ácaros praga a acaricidas sintéticos

A resistência de pragas a pesticidas tem sido um grande problema em todo o mundo (Jepson et al., 1975). Resistência é o desenvolvimento da habilidade em uma linhagem de um organismo em tolerar doses de um produto tóxico que seriam letais para a maioria da população normal da mesma espécie (Gallo et al., 2002).

O surgimento de populações resistentes de ácaros fitófagos depende, dentre outros fatores, do uso frequente e inadequado do mesmo acaricida, conduzindo os indivíduos a uma pressão de seleção (Omoto et al., 2000; Gallo et al., 2002; Sato et al., 2009).

Segundo Flechtmann (1976), de um modo geral, os produtos recomendados para controle de ácaros são eficientes desde que atinjam a parte mediana da planta e a face inferior das folhas, o que muitas vezes pode ser dificultado pela densidade das plantas. Registros evidenciaram que produtos químicos aplicados sobre plantas podem resultar em aumento da população de ácaros fitófagos (Huffaker et al., 1970; James & Price, 2002). Isso pode ser atribuído a maior ação dos acaricidas sintéticos sobre os inimigos naturais da praga (Van de Vrie et al., 1972) ou devido ao fenômeno de hormoligose (Moraes & Flechtmann, 2008).

Na agricultura o controle de ácaros praga tem sido realizado principalmente por métodos químicos convencionais (Sato et al., 2002; 2007; Vásquez & Ceballos, 2009; Pozzebon et al., 2010). Embora eficientes, muitos acaricidas sintéticos também são tóxicos a inimigos naturais (Urbaneja et al., 2008; Pozzebon et al., 2011), permitem o reaparecimento de pragas iniciais ou infestações de pragas secundárias, além de selecionarem populações

resistentes (Martinelli & Omoto, 2005; Franco et al., 2007; Sato et al., 2007; Nyoni et al., 2011) e deixarem resíduos tóxicos no ambiente (Castagnoli et al., 2005).

Trabalhos têm investigado e identificado populações de ácaros fitófagos resistentes a produtos químicos em diferentes hospedeiros e países. Resistência de *T. evansi* a acaricidas organotiofosforados nos cultivos de tabaco em Zimbábue foi registrada por Blair (1989), esse autor recomendou rotação dos produtos químicos utilizados no controle do fitófago a fim de reduzir a pressão de seleção. E pela primeira vez resistência de *T. evansi* a piretróides no sul do Malavi foi verificada (Nyoni et al., 2011).

Resistência de *T. urticae* ao acaricida tebufenpirad foi detectada sobre macieiras no oeste da Austrália (Herron & Rophail, 1998). A fecundidade de fêmeas de *T. urticae* provenientes de populações da Alemanha e dos Estados Unidos foi reduzida quando tratadas com imidacloprid em folhas de macieira, contudo os ovos depositados no substrato foliar tratado permaneceram viáveis (Ako et al., 2006). Resistência de *T. urticae* a pirimifós metil, clorpirifós, metomil e dimetoato foi registrada na França (Khajehali et al., 2010). Resistência do ácaro rajado a clofentezina foi detectada na Turquia (Ay & Kara, 2011). Populações de *T. urticae* resistentes a bifenazato, acequinocil, milbemectina, abamectina e ciflumetofen foram detectadas sobre roseiras na Holanda (Khajehali et al., 2011).

No Brasil, populações de *T. urticae* foram pontuadas desenvolvendo resistência cruzada a abamectina e milbemectina (Sato et al., 2005). Pela primeira vez populações de *T. urticae* resistentes a clorfenapir foram registradas sobre cultivos de crisântemos (Sato et al., 2007). Populações do ácaro rajado resistentes aos acaricidas abamectina e fenpiroximato foram relatadas em cultivos de morango, feijão, figo, framboesa, mamão, pêssego, tomate, crisântemo, áster e tango em 15 municípios do Estado de São Paulo (Sato et al., 2009).

Trabalhos tem comparado o efeito de produtos químicos sobre os ácaros pragas e seus inimigos naturais a fim de indicar acaricidas que possam ser usados junto aos programas de manejo integrado de pragas. O efeito residual de acaricidas químicos sobre *T. urticae* e *P. persimilis* foi comparado por Cote et al. (2002). Os resíduos de bifentrina foram tóxicos sobre *P. persimilis* e *T. urticae* na primeira semana; resíduos de abamectina, hexitiazox, piridaben, spinosad e Gowan 1725®, não causaram mortalidade sobre o

predador; resíduos de clorfenapir foram prejudiciais tanto a praga quanto a *P. persimilis* e os resíduos de Gowan 1725® apresentaram alta mortalidade frente a *T. urticae* nas primeiras 24 horas.

Os acaricidas químicos bifenazato, acequinocil, clorfenapir, flufenoxuron e óxido de fenbutaestanho tiveram sua toxicidade avaliada por Kim & Yoo (2002) sobre *T. urticae* e *P. persimilis*. Os sintéticos apresentaram maior toxicidade a *T. urticae* que a formas imaturas e fêmeas adultas do predador. Além disso, a fecundidade, razão sexual da população e taxas de predação de *P. persimilis* não foram alterados quando o predador foi alimentado com populações de *T. urticae* tratadas com aqueles acaricidas. Etoxazol causou alta mortalidade em ovos e larvas de *P. persimilis*, porém não comprometeu a sobrevivência e reprodução de fêmeas adultas. Milbemectina e fenazaquin, contudo foram muito tóxicos a formas imaturas e fêmeas adultas de *P. persimilis*.

Efeitos provocados por contato direto e indireto dos produtos Biopiren® Plus (piretrina), Confidor® (imidacloprid), Oikos® (azadirachtina), Plenum® (pimetrozina), Naturalis® (*Beauveria bassiana*) e Rotena® (rotenona) foram avaliados sobre *T. urticae*, *N. californicus* e *Tydeus californicus* (Banks). Os autores constataram toxicidade de rotenona para ovos e fêmeas de *T. urticae*, *N. californicus* e *T. californicus*. Piretrinas e imidacloprid ao tempo que aumentaram a fecundidade de *T. urticae* diminuíram a fecundidade de *N. californicus*, sendo o imidacloprid mais tóxico que piretrinas para *T. californicus*. O produto a base de *B. bassiana* não foi tóxico a *T. urticae* e *T. californicus*, porém induziu mortalidade em fêmeas de *N. californicus*. Azadiractina e pimetrozina tiveram baixa toxicidade a *T. urticae* e *N. californicus*, porém diminuíram a produção de larvas em *T. californicus* (Castagnoli et al., 2005).

Diferenças de toxicidade de acaricidas a *N. californicus* e *T. urticae* foram investigadas por Sato et al. (2005). Os autores revelaram maior tolerância do predador aos produtos propargite, clorfenapir, fempiroximate e ciexatim que a praga.

O efeito de acaricidas usados em pomares de citros foram avaliados sobre *T. urticae* e sobre os predadores *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, *N. californicus* e *Aphidius colemani* Viereck. Óleo mineral, tebufenpirad, clofentezina e fenazaquin foram

altamente eficientes sobre *T. urticae* e inertes a *A. colemani* e apenas fenazaquin foi moderadamente prejudicial a *N. californicus* (Urbaneja et al., 2008). E thiamethoxam revelou toxicidade a *T. urticae* e *P. persimilis* (Pozzebon et al., 2011).

A ocorrência de resistência a acaricidas químicos tem sido um dos maiores problemas no controle de ácaros fitófagos. Assim tem-se percebido um aumento na procura de métodos de controle alternativos que sejam ecologicamente seguros, que diminuam os riscos de contaminação ambiental e de seleção de populações resistentes. Os acaricidas naturais extraídos de plantas vem desempenhando resultados significativos contra pragas agrícolas sem provocar danos ao ambiente, produtores e consumidores.

2.4. Acaricidas naturais extraídos de plantas no controle de ácaros

Plantas tropicais produzem substâncias empregadas na sua própria defesa contra o ataque de herbívoros (Vilela, 1990). O Brasil é rico em espécies vegetais que contêm substâncias químicas com atividade biocida (Ferracini et al., 1990), muitas dessas espécies foram utilizadas no controle de pragas na agricultura antes do surgimento dos defensivos químicos (Gallo, 2002).

Com o advento dos inseticidas e acaricidas sintéticos, maior produtividade agrícola foi alcançada devido à elevada eficiência desses produtos no controle de pragas. No entanto, com o uso indiscriminado, a partir da década de 1960 (Werf, 1996) esses sintéticos passaram a causar diversos problemas como contaminação do ambiente, de agricultores e consumidores dos alimentos tratados, efeitos prejudiciais sobre organismos não alvos e principalmente o aparecimento de pragas resistentes (Omoto et al., 2000; Sato et al., 2005).

Populações de ácaros praga têm sido relatadas como resistentes a defensivos químicos em todo o mundo. Isso tem se dado principalmente devido à alta pressão de seleção estabelecida ao longo dos anos pela ação de produtos sintéticos usados no controle dessas pragas. Assim métodos alternativos ao controle químico convencional vêm sendo estudados para serem aplicados de maneira eficiente contra pragas agrícolas como ácaros fitófagos. A pesquisa por inseticidas e acaricidas de origem vegetal tem se destacado, esses produtos são indicados por geralmente oferecerem segurança e conservação do ambiente (Potenza et al., 2006), por geralmente serem degradados rapidamente no meio, mantendo

alimentos e inimigos naturais das pragas livres de qualquer efeito residual, além de não selecionarem populações de pragas resistentes (Gallo et al., 2002).

Metabólitos secundários encontrados em plantas, tais como terpenóides, podem desempenhar atividade contra insetos fitófagos, inibir a acetilcolinesterase, impedir ou retardar o crescimento, reduzir a capacidade reprodutiva e a herbivoria da praga (Viegas Jr., 2003). Espécies vegetais como *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae), produtora de azadiractina; *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Trev.) (Asteraceae), produtora de piretro; *Derris* sp. (Leguminosae) e *Lonchocarpus* spp. Kunth (Fabaceae), produtoras de rotenona e rotenóides e *N. tabacum* (Solanaceae), produtora de nicotina são conhecidas por desempenharem atividades acaricida e inseticida (Gallo et al., 2002; Viegas Jr., 2003).

Plantas que apresentam constituintes como timol, carvacrol, β -citronelol, citral, eugenol, α -terpineno, cubenol, α -epi-muurolool, α - e β -pinene e terpinoleno também têm demonstrado toxicidade sobre ácaros e insetos fitófagos (Costa et al., 2005; Pontes et al., 2007a; b; Restello et al., 2009; Cavalcanti et al., 2010; Han et al., 2010).

Os acaricidas de origem vegetal podem ser usados na formas de infusos, decoctos, pós, extratos aquosos ou orgânicos e óleos essenciais. Extratos e óleos essenciais são as formas mais utilizadas, extratos pela variedade de compostos que podem ser extraídos conforme o solvente utilizado e óleos essenciais pela facilidade na identificação dos componentes e pelas diferentes formas de ação sobre os organismos.

O efeito de extratos aquosos de *A. indica* foram avaliados sobre o ácaro verde da mandioca *Mononychellus tanajoa* (Bondar), observando-se efeitos ovicida, larvicida e mortalidade de protoninfas e deutoninfas (Gonçalves et al., 2001a).

Extratos de nim inviabilizaram ovos, provocaram mortalidade larval e alteraram fases quiescentes de deutocrisálida e teliocrisálida de *M. tanajoa* (Gonçalves et al., 2001b). Extratos etanólico e hexânico de *D. brasiliensis*, *Dahlia pinnata* Cav., *Allamanda cathartica* L. e *Solanum paniculatum* L. provocaram mortalidade do ácaro do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor) por efeito residual (Potenza et al., 2005). A atividade de extratos pirolenhosos, decantado e destilado, provocaram mortalidade do vetor da leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), com maior mortalidade provocada pelo extrato

destilado (Alves et al., 2007). O extrato etanólico de *Boenninghausenia sessilicarpa* H. Lév. provocou atividades ovicida e aduítica sobre o ácaro *Panonychus citri* (McGregor) (Yang et al., 2009).

Os óleos essenciais têm sido investigados quanto ao seu potencial no controle de pragas instaladas em casa de vegetação, devido à volatilidade e possível ação fumigante desses produtos (Aslan et al., 2004). Por exibirem amplo espectro de ação sobre insetos e ácaros pragas (Isman et al., 2000), volatilizarem rapidamente das plantas e outras superfícies, não persistirem no ambiente, apresentarem baixa toxicidade a organismos não-alvo (Miresmailli et al., 2006), serem eficientes e economicamente viáveis, muitos têm sido indicados como candidatos para uso no controle de ácaros pragas (Pontes et al., 2007a; b; c; Botelho et al., 2009a; b; Cavalcanti et al., 2010).

Óleos essenciais consistem em compostos complexos, produzidos por plantas como metabólitos secundários. Frequentemente exibem forte odor e inúmeros componentes voláteis que atuam defendendo a planta contra agentes externos ou atraindo insetos que agem na dispersão da espécie vegetal. Geralmente apresentam dois ou três componentes majoritários, por vezes indicados como responsáveis pelas propriedades biológicas que possam ser apresentadas pelo óleo. Em eucariontes, os óleos essenciais diminuem o potencial de membrana induzindo a despolarização da membrana mitocondrial, isso altera o ciclo de Ca^{++} e de outros canais iônicos, reduz o gradiente de pH, afeta a bomba de prótons e a fusão de ATP (Bakkali et al., 2007).

Sobre o ácaro *T. urticae*, óleos de frutos de *P. heptaphyllum* (Pontes et al., 2007b), de resinas frescas de *P. bahianum* (Pontes et al., 2007c), de folhas de *O. gardneri* (Botelho et al., 2009b) e de cascas de frutos de *C. aurantium* (Botelho et al., 2009c) apresentaram atividade repelente. Atividade fumigante com mortalidade de *T. urticae* foi atribuída aos compostos voláteis de óleos de folhas de *Satureja hortensis* L. (Aslan et al., 2004) e *R. officinalis* (Miresmailli et al., 2006), de folhas e frutos de *X. sericea* (Pontes et al., 2007a), de frutos de *P. heptaphyllum* (Pontes et al., 2007b), de resinas velhas e frescas de *P. bahianum* (Pontes et al., 2007c), de folhas de *P. caldensis* (Araújo et al., 2011) e *L. sidoides* (Cavalcanti et al., 2010).

Compostos voláteis de óleos de *Origanum onites* L., *Thymbra spicata* L., *Lavandula stoechas* L. e *Mentha spicata* L. apresentaram atividade acaricida por ação fumigante sobre o ácaro *Tetranychus cinnabarinus* Boisd. (Sertkaya et al., 2010).

Óleos essenciais de *E. citriodora*, *Eucalyptus globulus* Labill. e *Eucalyptus staigeriana* F. Muell. Ex Bailey foram responsáveis por mortalidade de até 100% de larvas e fêmeas ingurgitadas do parasita bovino *Boophilus microplus* (Canestrini) por contato direto (Chagas et al., 2002). Mortalidade do carrapato *Rhipicephalus turanicus* Pomerantsev foi obtida por atividade fumigante do óleo de *Origanum minutiflorum* O. Schwarz & P.H. Davis (Cetin et al., 2009). Efeito acaricida sobre o também Ixodidae *Hyalomma marginatum* Koch foi desempenhado pelos vapores do óleo de *Satureja thymbra* L. (Cetin et al., 2010).

Sobre o ácaro parasito de aves *Dermanyssus gallinae* (De Geer), óleos essenciais de *E. citriodora* (George et al., 2009), *Pelargonium graveolens* L'Hér., *Myrtus communis* L., *Santolina africana* L. e *Thymbra capitata* (L.) Cav. (Ghrabi-Gammar et al., 2009) e *Thymus vulgaris* L. (George et al., 2010), provocaram mortalidade por contato direto.

A sensibilidade de certos produtos naturais a fatores ambientais e os problemas quanto à formulação e aplicação tem limitado o emprego desses produtos, porém o maior entrave tem sido o pequeno número de plantas e substâncias indicadas e reconhecidas como eficientes agentes de controle (Lovatto et al., 2004). Assim tem se tornado necessário ampliar a prospecção por espécies vegetais com atividades acaricidas.

LITERATURA CITADA

Abad-Moyano, R.; Pina, T.; Pérez-Panadés, J.; Carbonell, E. A.; Urbaneja, A. 2010. Efficacy of *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* in suppression of *Tetranychus urticae* in young clementine plants. *Experimental and Applied Acarology*, v. 50, n. 4, p. 317–328.

Abdallah, A. A.; Zhang, Z. Q.; Masters, G. J.; McNeill, S. 2004. *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential biocontrol agent against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): life history and feeding habits on three different types of food. *Experimental and Applied Acarology*, v. 25, n. 10-11, p. 833-847.

- Abreu, N. A. A.; Mendonça, V.; Ferreira, B. G.; Teixeira, G. A.; Souza, H. A.; Ramos, J. D. 2005. Crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em substratos com utilização de superfosfato simples. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 6, p. 1117-1124.
- Ako, M.; Poehling, H. M.; Borgemeister, C.; Nauen, R. 2006. Effect of imidacloprid on the reproduction of acaricide-resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science*, v. 62, n. 5, p. 419-424.
- Aksoy, H. M.; Ozman-Sullivan, S. K.; Ocal, H.; Celik, N.; Sullivan, G. T. 2008. The effects of *Pseudomonas putida* biotype B on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, v. 46, n. 1-4, p. 223-230.
- Albuquerque, A. C. L.; Pereira, M. S. V.; Pereira, J. V.; Costa, M. R. M.; Higino, J. S. 2008. Efeito antimicrobiano do extrato da *Lippia sidoides* Cham. sobre microrganismos cariogênicos. *Arquivos em Odontologia*, v. 44, n. 4, p. 5-10.
- Almeida, C. E.; Karnikowski, M. G. O.; Foletto, R.; Baldisserotto, B. 1995. Analysis of antidiarrhoeic effect of plants used in popular medicine. *Revista de Saúde Pública*, v. 29, n. 6, p. 428-433.
- Almeida, M. C. S.; Alves, L. A.; Souza, L. G. S.; Machado, L. L.; Matos, M. C.; Oliveira, M. C. F.; Lemos, T. L. G.; Braz-Filho, R. 2010. Flavonóides e outras substâncias de *Lippia sidoides* e suas atividades antioxidantes. *Química Nova*, v. 33, n. 9, p. 1877-1881.
- Alvarado, A. D. G. 2007. Busca de *Tetranychus evansi* e seus inimigos naturais no Peru e no norte da Argentina. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, SP, 188 p.
- Alves, M.; Cazetta, J. O.; Nunes, M. A.; Oliveira, C. A. L.; Colombi, C. A. 2007. Ação de diferentes preparações de extrato pirolenhoso sobre *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 29, n. 2, p. 382-385.
- Amorim, A. C. L.; Lima, C. K. F.; Hovell, A. M. C.; Miranda, A. L. P.; Rezende, C. M. 2009. Antinociceptive and hypothermic evaluation of the leaf essential oil and isolated terpenoids from *Eugenia uniflora* L. (Brazilian Pitanga). *Phytomedicine*, v.16, n. 10, p. 923-928.
- Aragão, C. A.; Dantas, B. F.; Benites, F. R. G. 2002. Efeito de aleloquímicos em tricomas foliares de tomateiro na repelência a ácaro (*Tetranychus urticae* Koch.) em genótipos com teores contrastantes de 2-tridecanona. *Acta Botanica Brasilica*, v. 16, n. 1, p. 83-88.
- Arai, I.; Amagaya, S.; Komatsu, Y.; Okada, M.; Hayashi, T.; Kasai, M.; Arisawa, M.; Momose, Y. 1999. Improving effects of the extracts from *Eugenia uniflora* on hyperglycemia and hypertriglyceridemia in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 68, n. 1-3, p. 307-314.
- Araújo, M. J. C. 2011. Potencial acaricida de óleos essenciais de espécies do gênero *Piper* sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE, 84 p.

- Aslan, I.; Ozbek, H.; Kordali, S.; Calmasur, O.; Cakir, A. 2004. Toxicity of essential oil vapours obtained from *Pistacia* sp. to the granary weevil, *Sitophilus granaries* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal for Plant Diseases and Plant Protection*, v. 111, p. 400-407.
- Assis, C. P. O. 2010. Toxicidade de óleos essenciais sobre *Tyrophagus putrescentiae* (schrank) e *Suidasia pontifica* oudemans (Acari: Astigmata). Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE, 43 p.
- Auricchio, M. T.; Bugno, A.; Barros, S. B. M.; Bacchi, E. M. 2007. Atividades antimicrobiana e antioxidante e toxicidade de *Eugenia uniflora*. *Latin American Journal of Pharmacy*, v. 26, n. 1, p. 76-81.
- Ay, R. & Kara, F. E. 2011. Toxicity, inheritance and biochemistry of clofentezine resistance in *Tetranychus urticae*. *Insect Science*, v. 18, n. 5, p. 503-511.
- Badii, M. H.; Hernández-Ortiz, E.; Flores, A. E.; Landeros, J. 2005. Prey stage preference and functional response of *Euseius hibisci* to *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, v. 34, n. 3-4, p. 263-273.
- Baker, E. W. & Pritchard, A. E. 1960. The Tetranychoid mites of Africa. *Hilgardia*, v. 29, n. 11, p. 455-574.
- Bakkali, F.; Averbeck, S.; Averbeck, D.; Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, v. 46, n. 2, p. 446-475.
- Balkema-Boomstra, A. G.; Zijlstra, S.; Verstappen, F. W. A.; Inggamer, H.; Mercke, P. E.; Jongsma, M. A.; Bouwmeester, H. J. 2003. Role of cucurbitacin c in resistance to spider mite (*Tetranychus urticae*) in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Chemical Ecology*, v. 29, n. 1, p. 225-235.
- Bara, M. T. F. & Venetti, M. C. D. 1998. Estudo da atividade antibacteriana de plantas medicinais, aromáticas e corantes naturais. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.7-8, n. 1, p. 23-34.
- Becker, C. 2008. Avaliação da atividade acaricida de óleos essenciais de *Acanthospermum australe* (Loefl.) O. Kuntze, *Casearia sylvestris* Sw e *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq., em *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae). Dissertação de mestrado, Centro Universitário Univates, RS, 49 p.
- Ben-David, T.; Melamed, S.; Gerson, U.; Morin, S. 2007. ITS2 sequences as barcodes for identifying and analyzing spider mites (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, v. 41, n. 3, p. 169-181.
- Bertollo, E. C. 2007. Efeito da temperatura e do hospedeiro na biologia do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Dissertação de mestrado, Universidade de Passo Fundo, RS, 126 p.

- Bezerra, J. E. F.; Silva Júnior, J. F.; Lederman, I. E. 2000. Pitanga (*Eugenia uniflora* L.), Série Frutas Nativas 1. Jaboticabal, FUNEP, 30 p.
- Bezerra, J. E. F.; Lederman, I. E.; Silva Júnior, J. F.; Alves, M. A. 2004. Comportamento da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob irrigação na região do vale do rio Moxotó, Pernambuco. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 26, n. 1, p. 177-179.
- Blair, B.W. 1989. Laboratory screening of acaricides against *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard. Crop Protection, v. 8, n. 3, p. 212-216.
- Boland, H. R.; Gutierrez, J.; Flechtmann, C. H. W. 1998. World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Leiden, Boston, Koln, Brill, 387 p.
- Bonato, O. 1999. The effect of temperature on life history parameters of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology, v. 23, n. 1, p. 11-19.
- Born, F. S.; Ribeiro, N. C.; Araújo, M. J. C.; Botelho, P. S.; Moraes, M. M.; Neves, I. A.; Câmara, C. A. G. 2009. Atividade acaricida do óleo essencial de folhas de *Rosmarinus officinalis* L. sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Anais da IX - Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão, Recife.
- Botelho, M. A.; Raob, V. S.; Carvalho, C. B. M.; Bezerra-Filho, J. G.; Fonseca, S. G. C.; Vale, M. L.; Montenegro, D.; Cunha, F.; Ribeiro, R. A.; Brito, G. A. 2007a. *Lippia sidoides* and *Myracrodruon urundeuva* gel prevents alveolar bone resorption in experimental periodontitis in rats. Journal of Ethnopharmacology, v. 113, n. 3, p. 471-478.
- Botelho, M. A.; Nogueira, N. A. P.; Bastos, G. M.; Fonseca, S. G. C.; Lemos, T. L. G.; Matos, F. J. A.; Montenegro, D.; Heukelbach, J.; Rao, V. S.; Brito, G. A. C. 2007b. Antimicrobial activity of the essential oil from *Lippia sidoides*, carvacrol and thymol against oral pathogens. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v. 40, n. 3, p. 349-356.
- Botelho, M. A.; Santos, R. A.; Martins, J. G.; Carvalho, C. O.; Paz, M. C.; Azenha, C.; Ruela, R. S.; Queiroz, D. B.; Ruela, W. S.; Marinho, G.; Ruela, F. I. 2009a. Comparative effect of an essential oil mouthrinse on plaque, gingivitis and salivary *Streptococcus mutans* levels: a double blind randomized study. Phytotherapy Research, v. 23, n. 9, p. 1214-1219.
- Botelho, P. S.; Moraes, M. M.; Neves, I. A.; Neves, R. C. S.; Ribeiro, N. C.; Born, F. S.; Camara, C. A. G. 2009b. Composição química e ação repelente do óleo essencial *Ocotea gardneri* (Meisn) Mez. sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch. Anais da IX - Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão, Recife.
- Botelho, P. S.; Moraes, M. M.; Neves, I. A.; Neves, R. C. S.; Ribeiro, N. C.; Born, F. S.; Camara, C. A. G. 2009c. Composição química e ação repelente do óleo essencial da laranja lima (*Citrus aurantium* L.) sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch. Anais da IX - Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão, Recife.

- Brito, H. M.; Gondim Junior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Câmara, C. A. G. 2006a. Toxicidade de natunem sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 4, p. 685-691.
- Britto, E. P. J.; Gondim Jr., M. G. C.; Torres, J. B.; Fiaboe, K. K. M.; Moraes, G. J.; Knapp, M. 2009. Predation and reproductive output of the ladybird beetle *Stethorus tridens* preying on tomato red spider mite *Tetranychus evansi*. *BioControl*, v. 54, n. 3, p. 363-368.
- Brun, G. R. & Mossi, A. J. 2010. Caracterização química e atividade antimicrobiana do óleo volátil de pitanga (*Eugenia uniflora* L.). *Perspectiva*, Erechim, v. 34, n. 127, p. 135-142.
- Bugeme, D. M.; Knapp, M.; Boga, H. I.; Wanjoya, A. K.; Maniania, N. K. 2009. Influence of temperature on virulence of fungal isolates of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Mycopathologia*, v. 167, n. 4, p. 221-227.
- Camurça-Vasconcelos, A. L. F.; Bevilaqua, C. M. L.; Morais, S. M.; Maciel, M. V.; Costa, C. T. C.; Macedo, I. T. F.; Oliveira, L. M. B.; Braga, R. R.; Silva, R. A.; Vieira, L. S. 2007. Anthelmintic activity of *Croton zehntneri* and *Lippia sidoides* essential oils. *Veterinary Parasitology*, v. 148, n. 3-4, p. 288-294.
- Camurça-Vasconcelos, A. L. F.; Bevilaqua, C. M. L.; Morais, S. M.; Maciel, M. V.; Costa, C. T. C.; Macedo, I. T. F.; Oliveira, L. M. B.; Braga, R. R.; Silva, R. A.; Vieira, L. S.; Navarro, A. M. C. 2008. Anthelmintic activity of *Lippia sidoides* essential oil on sheep gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, v. 154, n. 1-2, p. 167-170.
- Carvalho, A. F. U.; Melo, V. M. M.; Craveiro, A. A.; Machado, M. I. L.; Bantim, M. B.; Rabelo, E. F. 2003. Larvicidal activity of the essential oil from *Lippia sidoides* Cham. against *Aedes aegypti* Linn. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 98, n. 4, p. 569-571.
- Castagnoli, M.; Liguori, M.; Simoni, S.; Duso, C. 2005. Toxicity of some insecticides to *Tetranychus urticae*, *Neoseiulus californicus* and *Tydeus californicus*. *BioControl*, v. 50, n. 4, p. 611-622.
- Castagnoli, M.; Nannelli, R.; Simoni, S. 2006. *Tetranychus evansi* (Baker and Pritchard) (Acari: Tetranychidae), a new pest for Italy [*Lycopersicon esculentum* Mill.; Liguria]. *Informatore Fitopatologico*, v. 56, n. 5, p. 50-52.
- Cavalcante, A. C. C.; Boaventura, V. J.; Batista, A. A.; Noronha, A. C. S. 2007. Ação do óleo de nim em *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em condições de laboratório. In: D. S.; Costa, A. N.; Costa, A. F. S. (Org.). *Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão*. 1 ed. Vitória, Incaper, v. 1, p. 546-548.
- Cavalcanti, S. C. H.; Niculau, E. S.; Blank, A. F.; Câmara, C. A. G.; Araújo, I. N.; Alves, P. B. 2010. Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). *Bioresource Technology*, v. 101, n. 2, p. 829-832.

Cetin, H.; Cilek, J. E.; Aydin, L.; Yanikoglu, A. 2009. Acaricidal effects of the essential oil of *Origanum minutiflorum* (Lamiaceae) against *Rhipicephalus turanicus* (Acari: Ixodidae). Veterinary Parasitology, v. 160, n. 3-4, p. 359-361.

Cetin, H.; Cilek, J.E.; Oz, E.; Aydin, L.; Deveci, O.; Yanikoglu, A. 2010. Acaricidal activity of *Satureja thymbra* L. essential oil and its major components, carvacrol and γ -terpinene against adult *Hyalomma marginatum* (Acari: Ixodidae). Veterinary Parasitology, v. 170, n. 3-4, p. 287-290.

Chagas, A. C. S.; Passos, W. M.; Prates, H. T.; Leite, R. C.; Furlong, J.; Fortes, I. C. P. 2002. Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de *Eucalyptus* spp em *Boophilus microplus*. Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science, v. 39, n. 5, p. 247-253.

Chatzivassileiadis, E. A. & Sabelis, M. W. 2004. Toxicity of methyl ketones from tomato trichomes to *Tetranychus urticae* Koch. Experimental and Applied Acarology, v. 21, n. 6-7, p. 473-484.

Chiavegato, L. G. 1975. Flutuação de populações de ácaros na cultura algodoeira em algumas regiões do estado de São Paulo. Bragantia, v. 34, n. 15, p. 241-255.

Collier, K. F. S.; Albuquerque, G. S.; Lima, J. O. G.; Pallini, A.; Molina-Rugama, A. J. 2007. *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential biocontrol agent of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in papaya: performance on different prey stage – host plant combinations. Experimental and Applied Acarology, v. 41, n. 1-2, p. 27-36.

Consolini, A. E.; Baldini, O. A. N.; Amat, A. G. 1999. Pharmacological basis for the empirical use of *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) as antihypertensive. Journal of Ethnopharmacology, v. 66, n. 1, p. 33-39.

Consolini, A. E. & Sarubbio, M. G. 2002. Pharmacological effects of *Eugenia uniflora* (Myrtaceae) aqueous crude extract on rat's heart. Journal of Ethnopharmacology, v. 81, n. 1, p. 57-63.

Cordeiro, R. A.; Tome, A. R.; Queiroz, M. G. R.; Nascimento, N. R. F.; Sidrim, J. J. C.; Rocha, M. F. G. 2007. Chemical composition, toxicological aspects and antifungal activity of essential oil from *Lippia sidoides* Cham. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, v. 59, n. 5, p. 934-940.

Costa, T. R.; Fernandes, O. F. L.; Santos, S. C.; Oliveira, C. M. A.; Lião, L. M.; Ferri, P. H.; Paula, J. R.; Ferreira, H. D.; Sales, B. H. N.; Silva, M. R. R. 2000. Antifungal activity of volatile constituents of *Eugenia dysenterica* leaf oil. Journal of Ethnopharmacology, v. 72, n. 1-2, p. 111-117.

Costa, S. M. O.; Lemos, T. L. G.; Pessoa, O. D. L.; Assunção, J. C. C.; Braz-Filho, R. 2002. Constituintes químicos de *Lippia sidoides* (Cham.) Verbenaceae. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 12, n. 1, p. 66-67.

- Costa, J. G. M.; Rodrigues, F. F. G.; Angélico, E. C.; Silva, M. R.; Mota, M. L.; Santos, N. K. A.; Cardoso, A. L. H.; Lemos, T. L. G. 2005. Estudo químico-biológico dos óleos essenciais de *Hyptis martiusii*, *Lippia sidoides* e *Syzigium aromaticum* frente às larvas do *Aedes aegypti*. Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 15, n. 4, p. 304-309.
- Cote, K. W.; Lewis, E. E.; Schultz, P. B. 2002. Compatibility of acaricide residues with *Phytoseiulus persimilis* and their effects on *Tetranychus urticae*. Hort Science, v. 37, n. 6, p. 906-909.
- Coutinho, H. D. M.; Costa, J. G. M.; Falcão-Silva, V. S.; Siqueira-Júnior, J. P.; Lima, E. O. 2010. Potentiation of antibiotic activity by *Eugenia uniflora* and *Eugenia jambolanum*. Journal of Medicinal Food, v. 13, n. 4, p. 1024-1026.
- Cuane, J. A. 2008. Efeito da nutrição (*Lycopersicon esculentum* Miller) no controlo do ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) em tomate da época fresca na Estação Agrícola do Umbeluzi. Trabalho de Licenciatura, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, Moçambique, 27 p.
- Escudero, L. A. & Ferragut, F. 2005. Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). Biological Control, v. 32, n. 3, p. 378-384.
- Fadeyit, M. O. & Akpan, U. E. 1989. Antibacterial activities of the leaf extracts of *Eugenia uniflora* Linn. (Synonym *Stenocalx michelli* Linn.) Myrtaceae. Phytotherapy Research, v. 3, n. 4, p. 154-155.
- Fadini, M. A. M.; Venzon, M.; Oliveira, H.; Pallini, A.; Vilela, E. F. 2010. Response of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Banks) to volatiles produced by Strawberry plants in response to attack by Tetranychid mites (Acari: Phytoseiidae: Tetranychidae). Neotropical Entomology, v. 39, n. 2, p. 248-252.
- Fernandes, L. P.; Oliveira, W. P.; Sztatish, J.; Szilágyi, I. M.; Novák, C. S. 2009. Solid state studies on molecular inclusions of *Lippia sidoides* essential oil obtained by spray drying. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, v. 95, n. 3, p. 855-863.
- Ferracini, V. L.; Watanabe, M. A.; Frigheto, R. T. S.; Siloto, R. C. 1990. Efeito repelente de extratos vegetais sobre a traça-do-tomateiro (*Scrobipalpuloides absoluta*, Lepidoptera, Gelechiidae). Anais do Workshop sobre Produtos Naturais no Controle de Pragas, Doenças e Plantas Daninhas, Jaguariúna.
- Ferragut, F. & Escudero, L. A. 1999. *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari, Tetranychidae), una nueva araña roja en los cultivos hortícolas españoles. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, v. 25, n. 2, p. 157-164.
- Ferreira, M. A. & Carmona, M. M. 1990. Acarofauna of pear orchards in Portugal. Bulletin SROP, v. 13, n. 2, p. 46-48.

- Fetter, M. R.; Corbelini, D. D.; Vizzotto, M.; Gonzalez, T. N. 2009. Compostos bioativos e atividade antioxidante de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) em diferentes estádios de maturação. Anais do XVIII CIC, XI ENPOS e I Mostra Científica da Universidade Católica de Pelotas, Pelotas.
- Fiaboe, K. K. M.; Gondim Jr., M. G. C.; Moraes, G. J.; Ogo, C. K. P. O.; Knapp, M. 2007. Surveys for natural enemies of the tomato red spider mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in northeastern and southeastern Brazil. Zootaxa, v. 1395, p. 33-58.
- Filgueira, F. A. R. 2000. Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, UFV, 402 p.
- Fiuza, T. S.; Rezende, M. H.; Sabóia-Morais, S. M. T.; Bara, M. T. F.; Tresvenzol, L. M. F.; Paula, J. R. 2008. Caracterização farmacognóstica das folhas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae). Revista Eletrônica de Farmácia, v. 5, n. 2, p. 21-31.
- Flechtmann, C. H. W. & Baker, E. W. 1970. Preliminary report on the Tetranychidae (Acarina) of Brasil. Annals of the Entomological Society of America, v. 63, n. 1, p. 156-163.
- Flechtmann, C. H. W. 1976. Ácaros de importância agrícola. 2. ed. São Paulo, Nobel, 150 p.
- Flechtmann, C. H. W. 1985. Ácaros de importância agrícola. São Paulo, Nobel, 189 p.
- Flechtmann, C. H. W. & Santana, D. L. Q. 1997. A preliminary note on mites on corn in Brazil with redescription of *Catarhinus tricholaenae* and *Oligonychus zaeae* (Acari: Diptilomiopidae, Tetranychidae). Systematic and Applied Acarology, v. 2, p. 189-194.
- Fontenelle, R. O. S.; Moraes, S. M.; Brito, E. H. S.; Kerntopf, M. R.; Brilhante, R. S. N.; Cordeiro, R. A.; Tomé, A. R.; Queiroz, M. G. R.; Nascimento, N. R. F.; Sidrim, J. J. C.; Rocha, M. F. G. 2007. Chemical composition, toxicological aspects and antifungal activity of essential oil from *Lippia sidoides* Cham. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, v. 59, n. 5, p. 934-940.
- Franco, C. R.; Casarin, N. F.B.; Domingues, F. A.; Omoto, C. 2007. Resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas inibidores da respiração celular em citros: resistência cruzada e custo adaptativo. Neotropical Entomology, v. 36, n. 4, p. 565-576.
- Furtado, I. P. 2006. Sélection d'ennemis naturels pour la lutte biologique contre *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae), em Afrique. Tese de doutorado, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, França e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", SP, 186 p.
- Furtado, I. P.; Moraes, G. J.; Kreiter, S.; Knapp, M. 2006. Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* in south and southeast Brazil. Experimental and Applied Acarology, v. 40, n. 3-4, p. 157-174.

Furtado, I. P.; Toledo, S.; Moraes, G. J.; Kreiter, S.; Knapp, M. 2007a. Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in northwest Argentina. *Experimental and Applied Acarology*, v. 43, n. 2, p. 121-127.

Furtado, I. P.; Moraes, G. J.; Kreiter, S.; Tixier, M. S.; Knapp, M. 2007b. Potential of a Brazilian population of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* as a biological control agent of *Tetranychus evansi* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Biological Control*, v. 42, n. 2, p. 139-147.

Fustaino, M. L. S. 1987. Determinação do nível de dano econômico do ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) Boudreaux & Dosse, 1963 (Acarina, Tetranychidae) em cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar carioca. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, SP, 88 p.

Gallo, D.; Nakano, O.; Neto, S. S.; Carvalho, R. P. L.; Batista, G. C.; Filho, E. B.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A.; Alves, S. B.; Vendramim, J. D.; Marchini, L. C.; Lopes, J. R. S.; Omoto, C. 2002. *Entomologia agrícola*. Piracicaba, FEALQ, 920 p.

Gallucci, S.; Placeres Neto, A.; Porto, C.; Barbizan, D.; Costa, I.; Marques, K.; Benevides, P.; Figueiredo, R. 2010. Essential oil of *Eugenia uniflora* L: an industrial perfumery approach. *Journal of Essential Oil Research*, v. 22, n. 2, p. 176-179.

Gbolade, A. A.; Ilesanmi, O. R.; Aladesanmi, A. J. 1996. The contractile effects of the extracts of *Eugenia uniflora* on isolated rat duodenum. *Phytotherapy Research*, v. 10, n. 7, p. 613-615.

George, D. R.; Masic, D.; Sparagano, O. A. E.; Guy, J. H. 2009. Variation in chemical composition and acaricidal activity against *Dermanyssus gallinae* of four eucalyptus essential oils. *Experimental and Applied Acarology*, v. 48, n. 1-2, p. 43-50.

George, D. R.; Olatunji, G.; Guy, J. H.; Sparagano, O. A. E. 2010. Effect of plant essential oils as acaricides against the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, with special focus on exposure time. *Veterinary Parasitology*, v. 169, n. 1-2, p. 222-225.

Ghrabi-Gammar, Z.; George, D. R.; Daoud-Bouattour, A.; Jilani, I. B. H.; Saad-Limam, S. B.; Sparagano, O. A. E. 2009. Screening of essential oils from wild-growing plants in Tunisia for their yield and toxicity to the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Industrial Crops and Products*, v. 30, n. 3, p. 441-443.

Gilman, E. F. 1999. *Eugenia uniflora*. Fact Sheet FPS-202, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

Girão, V. C. C.; Nunes-Pinheiro, D. C. S.; Morais, S. M.; Sequeira, J. L.; Gioso, M. A. 2003. A clinical trial of the effect of a mouth-rinse prepared with *Lippia sidoides* Cham. essential oil in dogs with mild gingival disease. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 59, n. 1-2, p. 95-102.

Gomes, C. A.; Neves, I. A.; Botelho, P. S.; Moraes, M. M.; A. Júnior, C. P.; Câmara, C. A. G. 2009. Ação repelente do óleo essencial extraído das cascas e das folhas de *Citrus sinensis*

Osbeck x *Citrus reticulata* Blanco. Anais da IX - Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão, Recife.

Gonçalves, M. E. C.; Oliveira, J. V.; Barros, R.; Lima, M. P. L. 2001a. Extratos aquosos de plantas e o comportamento do ácaro verde da mandioca. *Scientia Agricola*, v. 58, n. 3, p. 475-479.

Gonçalves, M. E. C.; Oliveira, J. V.; Barros, R.; Torres, J. B. 2001b. Efeito de extratos vegetais sobre estágios imaturos e fêmeas adultas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae). *Neotropical Entomology*, v. 30, n. 2, p. 305-309.

Greco, N. M.; Liljestrom, G. G.; Sánchez, N. E. 1999. Spatial distribution and coincidence of *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) on strawberry. *Experimental and Applied Acarology*, v. 23, n. 7, p. 567-580.

Grover, J. K.; Yadav, S.; Vats, V. 2002. Medicinal plants of India with anti-diabetic potential. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 81, n. 1, p. 81-100.

Gutierrez, J. & Etienne, J. 1986. Les Tetranychidae de l'île de la Réunion et quelques-uns de leurs prédateurs. *L'Agronomie Tropicale*, v. 41, n. 1, p. 84-92.

Han, J.; Choi, B. R.; Lee, S. G.; Kim, S. I.; Ahn, Y. J. 2010. Toxicity of plant essential oils to acaricide-susceptible and -resistant *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 103, n. 4, p. 1293-1298.

Herron, G. A & Rophail, J. 1998. Tebufenpyrad (Pyranica®) resistance detected in two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) from apples in western Australia. *Experimental & Applied Acarology*, v. 22, n. 11, p. 633-641.

Holetz, F. B.; Pessini, G. L.; Sanches, N. R.; Cortez, D. A. G.; Nakamura, C. V.; Dias Filho, B. P. 2002. Screening of some plants used in the Brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 97, n. 7, p. 1027-1031.

Huffaker, C. B.; Vries, M.; McMurtry, J. A. 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. II. Tetranychid populations and their possible control by predators: an evaluation. *Hilgardia*, v. 40, n. 11, p. 391-458.

Innecco, R.; Mattos, S. H.; Cruz, G. F. 2000. Determinação da altura de corte do alecrim pimenta. *Horticultura Brasileira*, v. 18, p. 992-993.

Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, v. 19, n. 8-10, p. 603-608.

James, D. G. & Price, T. S. 2002. Fecundity in twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. *Journal of Economic Entomology*, v. 95, n. 4, p. 729-732.

- Jeppson, L. R.; Keifer, H. H.; Baker, E. W. 1975. Mites injurious to economic plants. Berkeley, Los Angeles, London, University of California, 614 p.
- Jovito, V. C.; Almeida, L. F. D.; Ferreira, D. A. H.; Moura, D.; Queiroz Paulo, M.; Padilha, W. W. N. 2009. Avaliação in vivo de dentifrício contendo extrato da *Eugenia uniflora* L. (Pitanga) sobre indicadores de saúde bucal. Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada, v. 9, n. 1, p. 81-86.
- Karban, R.; Adamchak, R.; Schnathorst, W. C. 1987. Induced resistance and interspecific competition between spider mites and a vascular wilt fungus. Science, v. 235, n. 4789, p. 678-680.
- Khajehali, J.; Leeuwen, T. V.; Grispou, M.; Morou, E.; Alout, H.; Weill, M.; Tirry, L.; Vontas, J.; Tsagkarakoub, A. 2010. Acetylcholinesterase point mutations in European strains of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) resistant to organophosphates. Pest Management Science, v. 66, n. 2, p. 220-228.
- Khajehali, J.; Nieuwenhuys, P. V.; Demaeght, P.; Tirry, L.; Thomas Van.; Leeuwen, T. A. 2011. Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in the Netherlands. Pest Management Science, v. 67, n. 11, p. 1424-1433.
- Kim, S. S. & Yoo, S. S. 2002. Comparative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Bio Control, v. 47, n. 5, p. 563-573.
- Knapp, M.; Saunyama, I. G. M.; Sarr, I.; Moraes, G. J. 2003. *Tetranychus evansi* in Africa - Status, Distribution, Damage and Control Options. Anais do "Technological and Institutional Innovations for Sustainable Rural Development", Gottingen.
- Koller, M.; Knapp, M.; Schausberger, P. 2007. Direct and indirect adverse effects of tomato on the predatory mite *Neoseiulus californicus* feeding on the spider mite *Tetranychus evansi*. Entomologia Experimentalis et Applicata, v. 125, n. 3, p. 297-305.
- Lacoste, E.; Chaumont, J. P.; Mandin, D.; Plumel, M. M.; Matos, F. J. A. 1996. Antiseptic properties of the essential oil of *Lippia sidoides* Cham. Application to the cutaneous microflora. Annales pharmaceutiques françaises, v. 54, n. 5, p. 228-230.
- Lee, M. H.; Nishimoto, S.; Yang, L. L.; Yen, K. Y.; Hatano, T.; Yoshida, T.; Okuda, T. 1997. Two macrocyclic hydrolysable tannin dimers from *Eugenia uniflora*. Phytochemistry, v. 44, n. 7, p. 1343-1349.
- Lee, M. H.; Chiou, J. F.; Yen, K. Y.; Yang, L. L. 2000. EBV DNA polymerase inhibition of tannins from *Eugenia uniflora*. Cancer Letters, v. 154, n. 2, p. 131-136.
- Lemos, T. L. G.; Matos, F. J. A.; Alencar, J. W.; Craveiro, A. A.; Clark, A. M.; McChesney, J. D. 1990. Antimicrobial activity of essential oils of Brazilian plants. Phytotherapy Research, v. 4, n. 2, p. 82-84.

- Lima, V. L. A. G.; Mélo, E. A.; Silva, D. E. 2002. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. *Scientia Agricola*, v. 59, n. 3, p. 447-450.
- Lorenzi, H. 1992. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 352 p.
- Lorenzi, H. & Matos, F. J. A. 2002. Plantas Medicinais do Brasil: Nativas e Exóticas. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 512 p.
- Lorenzi, H. 2002. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil. 4ªed. Nova Odessa, Instituto Plantarum, v.1, 384 p.
- Lovatto, P.B.; Goetze, M.; Thomé, G. C. H. 2004. Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. acephala). *Ciência Rural*, v. 34, n. 4, p. 971-980.
- Martinelli, S. & Omoto, C. 2005. Resistência de insetos a plantas geneticamente modificadas. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, n. 34, p. 67-77.
- Martinez-Correa, H. A.; Magalhães, P. M.; Queiroga, C. L.; Peixoto, C. A.; Oliveira, A. L.; Cabral, F. A. 2011. Extracts from pitanga (*Eugenia uniflora* L.) leaves: influence of extraction process on antioxidant properties and yield of phenolic compounds. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 55, n. 3, p. 998-1006.
- Matos, F. J. A. 2000. Plantas Medicinais – Guia de Seleção e Emprego de Plantas Usadas em Fitoterapia no Nordeste do Brasil, 2º ed. Fortaleza, Imprensa Universitária da UFC, 344 p.
- Mélo, E. A.; Lima, V. L. A. G.; Nascimento, P. P. 2000. Temperatura no armazenamento de pitanga. *Scientia Agricola*, v. 57, n. 4, p. 629-634.
- Melo, R. M.; Corrêa, V. F. S.; Amorim, A. C. L.; Miranda, A. L. P.; Rezende, C. M. 2007. Identification of impact aroma compounds in *Eugenia uniflora* L. (Brazilian Pitanga) leaf essential oil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 18, n. 1, p. 179-183.
- Migeon, A. 2005. Um nouvel acarien ravageur em France: *Tetranychus evansi* Baker et Pritchard. *Pritoma-La défense des Végétaux*, v. 579, p. 38-43.
- Migeon, A. 2007. Acarien rouge de la tomate: nouvelles observations et perspectives. *PHM Revue Horticole*, v. 488, p. 20-24.
- Migeon, A.; Ferragut, F.; Escudero-Colomar, L. A.; Fiaboe, K.; Knapp, M.; Moraes, G. J.; Ueckermann, E.; Navajas, M. 2009. Modelling the potential distribution of the invasive tomato red spider mite, *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, v. 48, n. 3, p. 199-212.
- Miresmailli, S. & Isman, M. B. 2006. Efficacy and persistence of rosemary oil as an acaricide against twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. *Journal Of Economic Entomology*, v. 99, n. 6, p. 2015-2023.

- Miresmailli, S.; Bradbury, R.; Isman, M. B. 2006. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. *Pest Management Science*, v. 62, n. 4, p. 366-371.
- Monteiro, M. V. B.; Leite, A. K. R. M.; Bertini, L. M.; Morais, S. M.; Nunes-Pinheiro, D. C. S. 2007. Topical anti-inflammatory, gastroprotective and antioxidant effects of the essential oil of *Lippia sidoides* Cham. leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 111, n. 2, p. 378-382.
- Moraes, G. J. & Flechtmann, C.H.W. 2008. Manual de Acarologia, Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos Editora, 308 p.
- Moraes, G. J. & McMurtry, J. A. 1985. Comparison of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) as prey for eight species of phytoseiid mites. *Entomophaga*, v. 30, n. 4, p. 393-397.
- Moraes, G. J. & McMurtry, J. A. 1986. Suitability of the spider mite *Tetranychus evansi* as prey for *Phytoseiulus persimilis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 40, n. 2, p. 109-115.
- Moraes, G. J. & McMurtry, J. A. 1987. Effect of temperature and sperm supply on the reproductive potential of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, v. 3, n. 2, p. 95-107.
- Moraes, G. J.; McMurtry, J. A.; Backer, E. W. 1987. Redescription and distribution of the spider mites *Tetranychus evansi* and *T. mariane*. *Acarologia*, v. 26, n. 4, p. 333-343.
- Moraes, G. J.; Ramalho, F. S.; Freire, L. C.; Oliveira, C. A. C. 1986. Artrópodos associados ao tomateiro industrial em Petrolina-PE e racionalização do uso de defensivos. *Petrolina, Boletim de Pesquisa, Embrapa Semi-Árido*, v. 28, 29 p.
- Moro, L. B.; Polanczyk, R. A.; Pratisoli, D.; Carvalho, J. R.; Franco, C. R. 2011. Potencial do uso de fungos entomopatogênicos no controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em mamoeiro: efeito de cultivares sobre a patogenicidade. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 78, n. 2, p. 267-272.
- Moutia, L. A. 1958. Contribution to the study of some phytophagous Acarina and their predators in Mauritius. *Bulletin of Entomological Research*, v. 49, n. 1, p. 59-75.
- Mukherjee, P. K.; Maiti, K.; Mukherjee, K.; Houghton, P. J. 2006. Leads from Indian medicinal plants with hypoglycemic potentials. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 106, n. 1, p. 1-28.
- Neves, R. C. S.; Neves, I. A.; Moraes, M. M.; Gomes, C. A.; Botelho, P. S.; Araújo Júnior, C. P.; Câmara, C. A. G. 2009. Atividade acaricida do óleo essencial de *Eugenia uniflora* L. e *Cinnamomum zeylanicum* sobre *Tetranychus urticae*. *Anais da IX - Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão, Recife*.

- Nunes, R. S.; Lira, A. M.; Ximenes, E.; Silva, J. A.; Santana, D. P. 2005a. Caracterização da *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) como matéria-prima vegetal para uso em produtos farmacêuticos. *Scientia Plena*, v. 1, n. 7, p. 182-184.
- Nunes, R. S.; Lira, A. A. M.; Ximenes, E.; Silva, J. A.; Santana, D. P. 2005b. Padronização da matéria-prima vegetal e determinação da atividade antimicrobiana do extrato bruto da *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) frente ao *Streptococcus mutans*. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 86, n. 2, p. 80-83.
- Nyoni, B. N.; Gorman, K.; Mzilahowa, T.; Williamson, M. S.; Navajas, M.; Field, L. M.; Bassb, C. 2011. Pyrethroid resistance in the tomato red spider mite, *Tetranychus evansi*, is associated with mutation of the para-type sodium channel. *Pest Management Science*, v. 67, n. 8, p. 891-897.
- Ogunwande, I. A.; Olawore, N. O.; Ekundayo, O.; Walker, T. M.; Schmidt, J. M.; Setzer, W. N. 2005. Studies on the essential oils composition, antibacterial and cytotoxicity of *Eugenia uniflora* L. *The International Journal of Aromatherapy*, v. 15, n. 3, p. 147-152.
- Oliveira, A. L.; Lopes, R. B.; Cabral, F. A.; Eberlin, M. N. 2006a. Volatile compounds from pitanga fruit (*Eugenia uniflora* L.). *Food Chemistry*, v. 99, n. 1, p. 1-5.
- Oliveira, F. P.; Lima, E. O.; Siqueira Júnior, J. P.; Souza, E. L.; Santos, B. H. C.; Barreto, H. M. 2006b. Effectiveness of *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) essential oil in inhibiting the growth of *Staphylococcus aureus* strains isolated from clinical material. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 16, n. 4, p. 510-516.
- Oliveira, C. B.; Soares, D. G. S.; Bomfim, I. P. R.; Drumond, M. R. S.; Paulo, M. Q.; Padilha, W. W. N. 2009a. Avaliação da eficácia da descontaminação de escovas dentárias pelo uso do spray de óleo essencial da *Eugenia uniflora* L. (Pitanga). *Ciência odontológica brasileira*, v. 12, n. 2, p. 29-34.
- Oliveira, V. C. S.; Moura, D. M. S.; Lopes, J. A. D.; Andrade, P. P.; Silva, N. H.; Figueiredo, R. C. B. Q. 2009b. Effects of essential oils from *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., *Lippia sidoides* Cham. and *Ocimum gratissimum* L. on growth and ultrastructure of *Leishmania chagasi* Promastigotes. *Parasitology Research*, v. 104, n. 5, p. 1053-1059.
- Oliver, J. H. 1971. Parthenogenesis in mites and ticks (Arachnida: Acari). *American Zoologist*, v. 11, n. 2, p. 282-299.
- Omoto, C.; Alves, E. B.; Ribeiro, P. C. 2000. Detecção e monitoramento da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) ao dicofol. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 29, n. 4, p. 757-764.
- Onyambus, G. K.; Maranga, R. O.; Gitonga, L. M.; Knapp, M. 2011. Host plant resistance among tomato accessions to the spider mite *Tetranychus evansi* in Kenya. *Experimental and Applied Acarology*, v. 54, n. 4, p. 385-393.
- Parra, J. R. P.; Botelho, P. S. M.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Bento, J. M. 2002. Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores. São Paulo, Manole, 635 p.

Pascual, M. E.; Slowing, K.; Carretero, E.; Mata, D. S.; Villar, A. 2001. *Lippia*: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 76, n. 3, p. 201-214.

Peixoto, C. A.; Oliveira, A. L.; Cabral, F. A. 2010. Composition of supercritical carbon dioxide extracts of pitanga (*Eugenia uniflora* L.) leaves. *Journal of Food Process Engineering*, v. 33, n. 5, p. 848-860.

Pereira, G. V. N.; Maluf, W. R.; Gonçalves, L. D.; Nascimento, I. R.; Gomes, L. A. A.; Licursi, V. 2008. Seleção para alto teor de açúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e à traça (*Tuta absoluta*). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 3, p. 996-1004.

Pontes, W. J. T.; Oliveira, J. C. S.; Câmara, C. A. G.; Gondim Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Schwartz, M. O. E. 2007a. Atividade acaricida dos óleos essenciais de folhas e frutos de *Xylopia sericea* sobre o ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch). *Química Nova*, v. 30, n. 4, p. 838-841.

Pontes, W. J. T.; Oliveira, J. C. G.; Câmara, C. A. G.; Lopes, A. C. H. R.; Gondim Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Barros, R.; Schwartz, M. O. E. 2007b. Chemical composition and acaricidal activity of the leaf and fruit essential oils of *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae). *Acta Amazônica*, v. 37, n. 1, p. 103-110.

Pontes, W. J. T.; Oliveira, J. C. S.; Camara, C. A. G.; Lopes, A. C. H. R.; Gondim Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Schwartz, M. O. E. 2007c. Composition and acaricidal activity of the resin's essential oil of *Protium bahianum* Daly against two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Journal of Essential Oil Research*, v. 19, p. 379-383.

Potenza, M. R.; Takematsu, A. P.; Jocys, T.; Felicio, J. D. F.; Rossi, M. H.; Sakita, M. N. 2005. Avaliação acaricida de produtos naturais para o controle de ácaro vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 72, n. 4, p. 499-503.

Potenza, M. R.; Gomes, R. C. O.; Jocys, T.; Takematsu, A. P.; Ramos, A. C. O. 2006. Avaliação de produtos naturais para o controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em casa de vegetação. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 73, n. 4, p. 455-459.

Pourgholami, M. H.; Kamalinejad, M.; Javadi, M.; Majzoob, S.; Sayyah, M. 1999. Evaluation of the anticonvulsant activity of the essential oil of *Eugenia caryophyllata* in male mice. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 64, n. 2, p. 167-171.

Pozzebon A.; Borgo M.; Duso C. 2010. The effects of fungicides on non-target mites can be mediated by plant pathogens. *Chemosphere*, 79, n. 1, p. 8-17.

Pozzebon, A.; Duso, C.; Tirello, P.; Ortiza, P. B. 2011. Toxicity of thiamethoxam to *Tetranychus urticae* Koch and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari Tetranychidae, Phytoseiidae) through different routes of exposure. *Pest Management Science*, v. 67, n. 3, p. 352-359.

- Pritchard, A. E. & Baker, E. W. 1955. A revision of the spider mite family Tetranychidae. San Francisco, Pacific Coast Entomological Society, v. 2, 472 p.
- Radunz, L. L.; Melo, E. C.; Berbert, P. A.; Barbosa, L. C. A.; Rocha, R. P.; Grandi, A. M. 2002. Efeito da temperatura do ar de secagem sobre a qualidade do óleo essencial de alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). Revista Brasileira de Armazenamento, v. 27, n. 2, p. 9-13.
- Ramalho, F. S. & Flechtmann, C. H. W. 1978. Níveis de infestação de *Tetranychus* (*T.*) *evansi* em diferentes fases de desenvolvimento de tomateiro. Anais da XXX Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, São Paulo.
- Ramalho, F. S. & Flechtmann, C. H. W. 1979. Níveis de infestação de *Tetranychus* (*T.*) *evansi* Baker & Pritchard em diferentes fases de desenvolvimento de tomateiro. Revista de Agricultura de Piracicaba, v. 54, n. 1-2, p. 51-56.
- Restello, R. M.; Menegatt, C.; Mossi, A. J. 2009. Efeito do óleo essencial de *Tagetes patula* L. (Asteraceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). Revista Brasileira de Entomologia, v. 53, n. 2, p. 304-307.
- Rosa, A. A.; Gondim Jr., M. G. C.; Fiaboe, K. K. M.; Moraes, G. J.; Knapp, M. 2005. Predatory mites associated with *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) on native solanaceous plants of Coastal Pernambuco State, Brazil. Neotropical Entomology, v. 34, n. 4, p. 689-692.
- Sato, M. E.; Silva, M.; Gonçalves, L. R.; Souza Filho, M. F.; Raga, A. 2002. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. Neotropical Entomology, v. 31, n. 3, p. 449-456.
- Sato, M. E.; Silva, M. Z.; Raga, A.; Souza Filho, M. F. 2005. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. Neotropical Entomology, v. 34, n. 6, p. 991-998.
- Sato, M. E.; Silva, M. Z.; Cangani, K. G.; Raga, A. 2007. Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. Bragantia, v. 66, n. 1, p. 89-95.
- Sato, M. E.; Silva, M. Z.; Silva, R. B.; Souza Filho, M. F.; Raga, A. 2009. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no estado de São Paulo. Arquivos do Instituto Biológico, v. 76, n. 2, p. 217-223.
- Saunyama, I. G. M. & Knapp, M. 2003. Effect of bruning and trellising of tomatoes on red spider mite incidence and crop yield in Zimbabwe. African Crop Science Journal, v. 11, n. 4, p. 269-277.
- Schmeda-Hirschmann, G.; Theoduloz, C.; Franco, L.; Ferro, E. B.; Arias, A. R. 1987. Preliminary pharmacological studies on *Eugenia uniflora* leaves: xanthine oxidase inhibitory activity. Journal of Ethnopharmacology, v. 21, n. 2, p. 183-186.

Serafin, C.; Nart, V.; Malheiros, Â.; Cruz, A. B.; Monache, F. D.; Gette, M. A.; Zacchino, S.; Cechinel Filho, V. 2007. Avaliação do potencial antimicrobiano de *Plinia glomerata* (Myrtaceae). Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 17, n. 4, p. 578-582.

Sertkaya, E.; Kaya, K.; Soylu, S. 2010. Acaricidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinus* Boisd.) (Acarina: Tetranychidae). Industrial Crops and Products, v. 31, n. 1, p. 107-112.

Silva, P. 1954. Um novo ácaro nocivo ao tomateiro na Bahia (*Tetranychus marianae* McGregor, 1950-Acarina). Boletim do Instituto Biológico da Bahia, v. 1, p. 18-37.

Silva, F. R.; Moraes, G. J.; Knapp, M. 2008. Distribution of *Tetranychus evansi* and its predator *Phytoseiulus longipes* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) in southern Brazil. Experimental and Applied Acarology, v. 45, n. 3-4, p. 137-145.

Silva, V. F.; Maluf, W. R.; Cardoso, M. G.; Gonçalves Neto, A. C.; Maciel, G. M.; Nízio, D. A. C.; Silva, V. A. 2009. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n. 9, p. 1262-1269.

Soto, A.; Venzon, M.; Oliveira, R. M.; Oliveira, H. G.; Pallini, A. 2010. Alternative control of *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) on tomato plants grown in greenhouses. Neotropical Entomology, v. 39, n. 4, p. 638-644.

Sousa, E. M. B. D.; Chiavone-Filho, O.; Moreno, M. T.; Silva, D. N.; Marques, M. O. M.; Meireles, M. A. A. 2002. Experimental results for the extraction of essential oil from *Lippia sidoides* Cham. using pressurized carbon dioxide. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 19, n. 2, p. 229-241.

Souza, L. K. H.; Oliveira, C. M. A.; Ferri, P. H.; Santos, S. C.; Oliveira Júnior, J. G.; Miranda, A. T. B.; Lião, L. M.; Silva, M. R. R. 2002. Antifungal properties of brazilian cerrado plants. Brazilian Journal of Microbiology, v. 33, n. 3, p. 247-249.

Souza, V. C. & Lorenzi, H. 2005. Botânica Sistemática - Guia Ilustrado para Identificação das Famílias de Angiospermas da Flora Brasileira, Baseado em APG II. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 639 p.

Tamai, M. A.; Alves, S. B.; Almeida, J. E. M.; Faion, M. 2002. Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Arquivos do Instituto Biológico, v. 69, n. 3, p. 77-84.

Terblanché, F. C. & Kornelius, G. 1996. Essential oil constituents of the genus *Lippia* (Verbenaceae): a literature review. Journal of Essential Oil Research, v. 8, n. 5, p. 471-485.

Tsagkarakou, A.; Cros-Arteil, S.; Navaja, M. 2007. First record of the invasive mite *Tetranychus evansi* in Greece. Phytoparasitica, v. 35, n. 5, p. 519-522.

Urbaneja, A.; Pascual-Ruiz, S.; Pina, T.; Abad-Moyano, R.; Vanaclocha, P.; Montón, H.; Dembilio, O.; Castañera, P.; Jacas, J. A. 2008. Efficacy of five selected acaricides against

Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) and their side effects on relevant natural enemies occurring in citrus orchards. *Pest Management Science*, v. 64, p. 834-842.

Van de Vrie, M.; McMurty, J. A.; Huffaker, C. B. 1972. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review III. Biology, ecology and pest status and host-plant relations of tetranychids. *Hilgardia*, v. 41, p. 343-432.

Van der Werf, H. M. G. 1996. Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 60, n. 1-2, p. 81-96.

Vasconcelos, G. J. N. 2006. Eficiência dos ácaros predadores *Phytoseiulus fragariae* e *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) no controle de *Tetranychus evansi* e *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em *Lycopersicon esculentum* e *Solanum americanum*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, SP, 83 p.

Vásquez, C. & Ceballos, M. C. 2009. Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a los plaguicidas clorfenapir y abamectina en condiciones de laboratorio. *IDESIA*, v. 27, n. 1, p. 23-28.

Velazquez, E.; Tournier, H. A.; Buschiazzi, P. M.; Saavedra, G.; Schinella, G. R. 2003. Antioxidant activity of Paraguayan plant extracts. *Fitoterapia*, v. 74, n. 1-2, p. 91-97.

Viccini, L. F.; Costa, D. C. S.; Machado, M. A.; Campos, A. L. 2004. Genetic diversity among nine species of *Lippia* (Verbenaceae) based on RAPD Markers. *Plant Systematics and Evolution*, v. 246, n. 1-2, p. 1-8.

Viccini, L. F.; Pierre, P. M. O.; Praca, M. M.; Costa, D. C. S.; Romanel, E. C.; Sousa, S. M.; Peixoto, P. H. P.; Salimena, F. R. G. 2006. Chromosome numbers in the genus *Lippia* (Verbenaceae). *Plant Systematics and Evolution*, v. 256, n. 1-4, p. 171-178.

Viegas Jr., C. 2003. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Química Nova*, v. 26, n. 3, p. 390-400.

Vieira, M. R.; Correa, L. S.; Castro, T. M. M. G.; Silva, L. F. S.; Monteverde, M. S. 2004. Efeito do cultivo do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em ambientes protegido sobre a ocorrência de ácaros fitófagos e moscas-brancas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 26, n. 3, p. 441-445.

Vieira, M. R.; Sacramento, L. V. S.; Furlan, L. O.; Figueira, J. C.; Rocha, A. B. O. 2006. Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 8, n. 4, p. 210-217.

Vilela, E.F., 1990. Produtos Naturais no Manejo de Pragas. *Anais do Workshop Sobre Produtos Naturais no Controle de Pragas, Doenças e Plantas Daninhas*, Jaguariúna.

Watanabe, M. A.; Moraes, G. J.; Gastaldo Jr., I.; Nicolella, G. 1994. Controle biológico do acaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. *Scientia Agricola*, v. 50, n. 1, p. 75-81.

- Wekesa, V. W.; Maniania, N. K.; Knapp, M.; Boga, H. I. 2005. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to the tobacco spider mite *Tetranychus evansi*. *Experimental and Applied Acarology*, v 36, n. 1-2, p. 41-50.
- Wekesa, V. W.; Knapp, M.; Maniania, N. K.; Boga, H. I. 2006. Effects of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on mortality, fecundity and egg fertility of *Tetranychus evansi*. *Journal of Applied Entomology*, v. 130, n. 3, p. 155-159.
- Wekesa, V. W.; Vital, S.; Silva, R.A.; Ortega, E. M. M.; Klingen, I.; Delalibera Jr., I. 2011. The effect of host plants on *Tetranychus evansi*, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and on their fungal pathogen *Neozygites floridana* (Entomophthorales: Neozygiteaceae). *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 107, n. 2, p. 139-145.
- Wene, G. P. 1956. *Tetranychus marianae* McG., a new pest of tomatoes. *Journal of Economic Entomology*, v. 49, n. 6, p. 712-714.
- Yang, H. Z.; Hu, J. H.; Li, Q.; Li, H. J.; Liu, H. Q.; Yao, T. S.; Ran, C.; Lei, H. 2009. Acaricidal activity of *Boenninghausenia sessilicarpa* against *Panonychus citri*. *Agricultural Sciences in China*, v. 8, n. 9, p. 1097-1102.
- Zacharda, M. & Hluchy, M. 1997. Biological control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberries by the predatory phytoseiid mite *Typhlodromus pyri* (Acari, Tetranychidae, Phytoseiidae). *Experimental & Applied Acarology*, v. 21, n. 2, p. 83-94.

CAPÍTULO 3

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E POTENCIAL ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Eugenia uniflora L. (MYRTACEAE) SOBRE *Tetranychus evansi* BAKER & PRITCHARD
E *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

MORGANA MARIA DE SOUSA DELFINO¹; IMEUDA PEIXOTO FURTADO¹;
JOSÉ GALBERTO MARTINS DA COSTA²

¹ Laboratório de Zoologia de Invertebrados, Departamento de Ciências Biológicas,
Universidade Regional do Cariri - URCA, Av. Coronel Antônio Luiz, Crato, CE.

² Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais, Departamento de Química Biológica,
Universidade Regional do Cariri - URCA, Av. Coronel Antônio Luiz, Crato, CE.

Delfino, M. M. S.; Furtado, I. P.; Costa, J. G. M. Composição química e potencial acaricida do óleo essencial de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) sobre *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E POTENCIAL ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Eugenia uniflora L. (MYRTACEAE) SOBRE *Tetranychus evansi* BAKER & PRITCHARD
E *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

RESUMO

Tetranychus evansi Baker & Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch são ácaros praga de plantas. Populações desses fitófagos têm apresentado resistência a grupos de acaricidas químicos, o que tem incentivado a busca por novos produtos com propriedades acaricidas. Óleos essenciais têm sido os produtos vegetais mais investigados quanto a efeitos acaricidas. Desta forma buscou-se no presente estudo investigar a composição química e o potencial acaricida do óleo essencial de folhas frescas de *Eugenia uniflora* L. sobre *T. evansi* e *T. urticae*. O óleo essencial foi extraído em aparelho do tipo Cleavenger modificado por hidrodestilação de folhas de *E. uniflora*. A análise da composição química do óleo foi realizada usando-se um sistema de Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG/EM). Foram realizados testes de repelência, fumigação e efeito residual. O óleo essencial de *E. uniflora* apresentou rendimento de 0,25%, tendo como constituintes os sesquiterpenos selina-1,3,7(11)-trien-8-ona (52,05%) e epóxido de selina-1,3,7(11)-trien-8-ona (47,95%). O óleo repeliu *T. evansi* apenas nas primeiras 12 horas após o início dos testes, nas concentrações de 0,50% e 0,75%, nos demais intervalos de tempo todas as concentrações indicaram neutralidade. Sobre *T. urticae*, o óleo foi repelente em todos os períodos de tempo em diferentes concentrações. Os vapores do óleo provocaram mortalidade de 100% de *T. evansi* em todas as concentrações e intervalos de tempo avaliados. Sobre *T. urticae* os vapores passaram a provocar mortalidade significativa a partir de 48 horas do início dos testes. Efeitos residuais do óleo sobre *T. evansi* foram percebidos a partir de 24 horas do início dos testes principalmente nas concentrações de 0,75 e 1%, com mortalidades superiores a 80%. Sobre *T. urticae*, os resíduos do óleo de *E. uniflora* não apresentaram mortalidade significativa.

PALAVRAS-CHAVE: *Eugenia uniflora*, *Tetranychus evansi*, *Tetranychus urticae*, óleo essencial.

CHEMICAL COMPOSITION AND ACARICIDE POTENTIAL OF ESSENTIAL OIL OF
Eugenia uniflora L. (MYRTACEAE) ON *Tetranychus evansi* BAKER & PRITCHARD
AND *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

ABSTRACT

Tetranychus evansi Baker & Pritchard and *Tetranychus urtica* Koch mites are pests of plants. Populations of phytophagous have shown resistance to chemical groups of acaricides, which has encouraged the search for new products with acaricidal properties. Essential oils have been the most investigated plant products as acaricides effects. Thus we sought in this study to investigate the chemical composition and potential acaricide the essential oil of fresh leaves of *Eugenia uniflora* L. on *T. evansi* and *T. urticae*. The essential oil was extracted into apparatus of the type Cleavenger modified by hydrodistillation sheet *E. uniflora*. The analysis of chemical composition of the oil was accomplished using a system of Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC / MS). Tests of repellent, fumigation and residual effect. The essential oil of *E. uniflora* had a yield of 0.25% and as constituents the sesquiterpenes selina-1, 3,7 (11)-trien-8-one (52.05%) and selina-1, 3,7 (11) - trien-8-one (47.95%). The oil repelled *T. evansi* only the first 12 hours after initiation of testing, in concentrations of 0.50% and 0.75%, in other time intervals all concentrations indicated neutrality. About *T. urticae*, oil repellent was in all the periods of time at different concentrations. The oil vapors caused 100% mortality of *T. evansi* in all the concentrations and time intervals. About *T. urticae* vapors began to cause significant mortality after 48 hours of onset of testing. Residual effects of oil on *T. evansi* were seen after 24 hours from the beginning of the tests especially at concentrations of 0.75 to 1%, with greater than 80% mortality. About *T. urticae*, waste oil *E. uniflora* showed no significant mortality.

KEYWORDS: *Eugenia uniflora*, *Tetranychus evansi*, *Tetranychus urticae*, essential oil.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E POTENCIAL ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Eugenia uniflora L. (MYRTACEAE) SOBRE *Tetranychus evansi* BAKER & PRITCHARD
E *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

INTRODUÇÃO

Óleos essenciais consistem em compostos complexos produzidos por muitas plantas como metabólitos secundários. Caracterizados pela volatilidade e sinergismo entre seus constituintes, geralmente são rapidamente degradados no ambiente, atendendo a critérios de segurança e conservação ambiental e quando utilizados no controle de pragas, dificultam a formação de populações resistentes (Aslan et al., 2004; Bakkali et al., 2008).

A família Myrtaceae apresenta espécies com óleos essenciais com atividades biológicas. Ocorrendo em quase todo o território nacional, é uma das maiores da flora brasileira (Souza & Lorenzi, 2005). A espécie *Eugenia uniflora* L. é uma das mais conhecidas da família. Extratos e óleos essenciais dessa planta tem revelado atividade antimicrobiana frente a bactérias e fungos (Auricchio et al., 2007) e atividade acaricida sobre o ácaro fitófago *Tetranychus urticae* Koch (Neves et al., 2009).

Tetranychus urticae é uma das mais importantes espécies de ácaro fitófago para a economia em todo o mundo. É polífago e cosmopolita, infestando mais de 1.200 espécies de plantas em mais de 100 países (Bolland et al., 1998). Já o ácaro *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) é considerado uma importante praga quarentenária, atacando solanáceas cultivadas como tomate, fumo e batata (Moraes & McMurtry, 1987; Furtado, 2006). Introduzido acidentalmente na África essa praga vem causando grandes prejuízos às populações que cultivam solanáceas em países daquele continente (Knapp et al., 2003).

Tetranychus evansi e *T. urticae* têm sido controlados principalmente pelo método químico, contudo a pressão de seleção estabelecida ao longo de anos tem levado ao surgimento de populações resistentes (Sato et al., 2005; 2007; 2009; Nyoni et al., 2011). Problemas como esse somado a contaminação ambiental e intoxicação de organismos não alvos, causados pelo uso indiscriminado de produtos químicos, tem incentivado a busca por produtos naturais de maior eficácia e menor toxicidade.

O objetivo deste trabalho foi investigar a composição química e o potencial acaricida do óleo essencial de folhas frescas de *E. uniflora* sobre *T. evansi* e *T. urticae*.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção e criação dos ácaros

Tetranychus urticae foi encontrado em um cultivo de *Gerbera* sp. no Condomínio das Flores Santo Antônio (7°12' S e 39°30' W), localizado no distrito de Santa Fé, município de Crato, sul do Ceará em agosto de 2010 e *T. evansi* foi obtido de plantas de *Solanum americanum* L. encontradas no sítio Melo (7°19' S e 39°24' W) no município de Barbalha, sul do Ceará em setembro de 2010. Amostras de folhas dessas plantas foram coletadas, depositadas em sacos de papel, acondicionadas em caixa de poliestireno® com gelo e em seguida conduzidas ao Laboratório de Zoologia de Invertebrados da Universidade Regional do Cariri – LZI/URCA para retirada dos ácaros sob microscópio estereoscópico.

Espécimes daqueles ácaros foram montados em lâminas para microscopia em meio de Hoyer para posterior identificação. Os demais espécimes foram provisoriamente transferidos para arenas de criação semelhantes aquelas descritas por McMurtry & Scriven (1965). Cada arena consistiu em um depósito plástico (16 x 26 x 5cm) com tampa telada (16,5 x 26,5 x 2cm) na parte central. No interior de cada arena foi colocado um retângulo de polietileno® expandido (12 x 21 x 1cm) umedecido com água destilada sobre o qual foi depositada uma folha de *Canavalia ensiformes* L. ou de *S. americanum* que serviram de substrato para *T. urticae* e *T. evansi* respectivamente, cada folha foi colocada na arena com a face abaxial voltada para cima.

Depois de identificados, *T. urticae* foi transferido das arenas de criação para plantas de *C. ensiformes* e *T. evansi* para plantas de *S. americanum* e *Lycopersicon esculentum* Mill. Essas plantas foram mantidas no LZI em gaiolas de criação (60 x 90 x 60cm) confeccionadas em madeira com cortinas de tecido organza® a temperatura ambiente e foram cultivadas sob um telado (5 x 6 x 3m) confeccionado com tubos de Policloreto de Vinila®. PVCs de 15mm de diâmetro foram arqueados e presos a outros tubos também de PVC de 20mm de diâmetro fixos ao solo. Perfis de alumínio foram usados para conectar os arcos de PVC que foram cobertos com sombrite 70% e recoberto com plástico transparente. Plantas de *S. americanum* foram mantidas em vasos plásticos

com capacidade para 5L, *L. esculentum* e *C. ensiformes* foram cultivadas em vasos com capacidade para 1L. As plantas foram oferecidas aos ácaros semanalmente ou sempre que necessário.

Obtenção do óleo essencial de *E. uniflora*

O material botânico usado para a extração do óleo essencial foi coletado no sítio Melo (7°19'S e 39°24'W), município de Barbalha, sul do Ceará nos meses de outubro de 2010 e fevereiro de 2011, sempre no período da manhã. Ramos da planta foram retirados usando tesoura de poda, armazenados em sacos plásticos e conduzidos ao LZI, onde ocorreu a separação e seleção das folhas. Uma exsicata para a certificação da espécie foi montada e depositada no Herbário Caririense Dárdano de Andrade Lima - HCDAL da URCA sob o número 6759.

A extração do óleo essencial foi realizada utilizando-se sistema de hidrodestilação, coletado em um aparelho doseador tipo Cleavenger, modificado por Gottlieb & Magalhães (1960). Para tanto, 300g de folhas frescas de *E. uniflora* foram colocados em um balão de 5L juntamente com 2,5L de água destilada, o conjunto foi mantido em ebulição por 3 horas. Após, a mistura água/óleo obtida no doseador foi separada, tratada com sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4) e filtrada. O óleo essencial obtido foi pesado e teve seu rendimento calculado com base na massa das folhas frescas. Cerca de 200 μL do óleo foram reservados para a identificação dos compostos químicos e o remanescente usado nos bioensaios.

Análise da composição química do óleo essencial de *E. uniflora*

A análise da composição química do óleo essencial foi realizada usando-se um sistema de Cromatografia Gasosa acoplado a Espectrometria de Massa (CG/EM), em aparelho SHIMADZU com detector seletivo de massa QP5050A, operado sob energia de ionização de 70eV. A coluna de capilaridade utilizada foi DB-5HT (30m x 0,25mm de diâmetro interno), nas seguintes especificações: temperaturas de 270°C no injetor e 290°C no detector, tendo hélio como gás de arraste (1,7mL/min); velocidade linear de 47,3cm/seg; fluxo total de 24mL/min; fluxo de portador de 24mL/min; pressão de 107,8kPa e a temperatura de aquecimento da coluna foi programada para 60°C (2min) - 180°C (1min) a 4°C/min e de 180 - 260°C a 10°C/min (10min). A identificação dos componentes foi realizada por comparação entre seu respectivo espectro de massa com aqueles padrões registrados na base de dados da

biblioteca Wiley 229 e entre os índices de retenção calculados com valores da literatura especializada (Adams, 2001).

Bioensaios

Bioensaios de repelência, fumigação e efeito residual foram realizados no LZI/URCA e todos os experimentos mantidos em sala climatizada com temperatura de $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$; umidade relativa do ar de $70 \pm 6\%$ e fotoperíodo de 12/12h.

Teste de repelência

O método utilizado para os testes de repelência foi adaptado de Brito et al. (2006a). Discos de folhas de *S. americanum* e *C. ensiformes* com 7cm de diâmetro foram utilizados como substratos para *T. evansi* e *T. urticae*, respectivamente. Cada disco foi inicialmente dividido em três áreas, duas áreas laterais de mesmo tamanho e uma faixa central neutra de 0,5cm de largura. Uma das áreas laterais foi tratada com a solução etanólica do óleo essencial de *E. uniflora* nas concentrações de 0,25; 0,50; 0,75 e 1% e a outra, usada como controle, foi imersa apenas em etanol, na faixa neutra nada foi aplicado. Depois de mergulhados nos respectivos tratamentos os discos de folhas permaneceram cinco minutos sobre papel filtro a temperatura ambiente para permitir a evaporação do solvente. Em seguida, foram depositados sobre dois discos de papel filtro com 8,5cm de diâmetro saturados com água destilada no interior de placas de Petri com 9cm de diâmetro. Cada placa foi usada como uma unidade experimental. Na faixa neutra de cada unidade experimental, 10 fêmeas de idade desconhecida dos ácaros avaliados foram liberadas. Em seguida as unidades experimentais foram fechadas e mantidas em sala climatizada.

As avaliações foram realizadas 12, 24, 48 e 72 horas após o início do período de exposição dos ácaros aos tratamentos. Cinco repetições para cada concentração foram feitas. Os Índices de Repelência (IR) foram calculados conforme Kogan & Goeden (1970) pela fórmula: $IR = 2G/(G+P)$, onde G é o número de ácaros que se dirigiram para o tratamento e P é número de ácaros no controle. O intervalo de segurança utilizado para considerar se o óleo foi ou não repelente foi obtido a partir da relação entre a média dos IR e seu respectivo desvio padrão (DP). A interpretação dos resultados foi feita da seguinte forma: se a média dos IR for menor que $1 - DP$, o óleo é repelente. Se a média for maior que $1 + DP$ o óleo é atraente e se a média estiver entre $1 - DP$ e $1 + DP$ o óleo é considerado neutro. As médias

obtidas foram submetidas à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o programa GraphPad Prism, versão 5.

Teste de fumigação

O método utilizado para os bioensaios de fumigação foi adaptado de Aslan et al. (2004). Recipientes de vidro de 2,5L foram utilizados como câmaras de fumigação. No interior de cada câmara foi colocada uma unidade experimental. Cada unidade experimental consistiu em uma placa de Petri de 7cm de diâmetro contendo dois discos de papel filtro de 6cm de diâmetro saturados com água destilada sobre os quais se depositou um disco de folha de 5cm de diâmetro de *S. americanum* para *T. evansi* ou de *C. ensiformes* para *T. urticae*. 10 fêmeas foram liberadas sobre os discos de folha. Doses de 2, 5, 10, 15, 20 e 25µL do óleo essencial de *E. uniflora* foram aplicadas com pipeta automática em tiras de papel filtro com 10 x 2cm presas à superfície interna das tampas das câmaras de fumigação, que em seguida foram fechadas e conduzidas a sala climatizada. Um controle foi considerado, no qual nada foi aplicado.

A mortalidade foi avaliada 12, 24, 48 e 72 horas depois do início da exposição. Para cada dose e tempo de exposição, três repetições foram feitas. Ácaros que não se movimentaram mesmo após um leve toque com pincel de cerdas finas foram considerados mortos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o programa GraphPad Prism, versão 5.

Teste de efeito residual

O método utilizado para avaliar a ação residual do óleo essencial de *E. uniflora* sobre os ácaros foi adaptado de Potenza et al. (2005). Discos de 7cm de diâmetro foram recortados de folhas de *S. americanum* e *C. ensiformes* para serem usados como substrato para *T. evansi* e *T. urticae* respectivamente. Os discos de folhas foram imersos durante 5 segundos nas soluções etanólicas do óleo essencial de *E. uniflora* nas concentrações de 0,25; 0,50; 0,75 e 1% e nos controles, negativo com etanol e positivo com Vertimec® (1mL/L de água). Em seguida, os discos foram colocados sobre papel filtro por cinco minutos para secagem e evaporação do solvente, a temperatura ambiente.

Depois de secos, cada disco de folha foi colocado com a face abaxial voltada para cima sobre dois discos de papel filtro com 8,5cm de diâmetro umedecidos com água

destilada dentro de uma placa de Petri de 9cm de diâmetro. Posteriormente, 10 fêmeas de idades desconhecidas dos ácaros avaliados, tomadas ao acaso das colônias de manutenção, foram liberadas em cada disco de folhas. As placas foram fechadas e mantidas em sala climatizada. As avaliações foram realizadas 12, 24, 48 e 72 horas após a aplicação das soluções. Três repetições para cada tratamento e tempo de avaliação foram feitas. Ácaros que não se movimentaram mesmo após um leve toque com pincel de cerdas finas foram considerados mortos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade usando-se o programa GraphPad Prism, versão 5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo essencial de *E. uniflora* apresentou rendimento de 0,25%, cor esverdeada e aspecto fluido. A análise por CG/EM revelou os sesquiterpenos selina-1,3,7(11)-trien-8-ona (52,05%) e epóxido de selina-1,3,7(11)-trien-8-ona (47,95%) como observado na Tabela 1.

Trabalhos como o de Brun & Mossi (2010) e Gallucci et al. (2010) também revelaram selina-1,3,7(11)-trien-8-ona como constituinte majoritário do óleo de folhas de *E. uniflora*. Costa et al. (2009) verificaram altas porcentagens de epóxido de selina-1,3,7(11)-trien-8-ona no óleo de folhas de *E. uniflora* coletadas na estação úmida, enquanto espatulenol e óxido de cariofileno predominaram na estação seca.

Outros constituintes também foram registrados predominando no óleo essencial dessa espécie. Ogunwande et al. (2005) identificaram curzereno e germacreno como majoritários no óleo de folhas e frutos respectivamente e Melo et al. (2007) verificaram furanodieno e seu produto de rearranjo, curzereno totalizando 50,2% do óleo de folhas dessa planta.

Efeito repelente

O óleo de *E. uniflora* não apresentou efeito repelente significativo sobre *T. evansi*. Embora o óleo tenha repellido 86 e 66% dos ácaros após 12 horas nas concentrações de 0,50 e 0,75% respectivamente, nos demais tratamentos e tempos avaliados as médias dos índices de repelência estiveram entre 1 – DP e 1 + DP, o que caracteriza o óleo como neutro, não interferindo na escolha do ácaro pela área foliar tratada com

Tabela 1. Composição química do óleo essencial de folhas frescas de *Eugenia uniflora*.

Componentes	Tr (min) ^a	KI ^b	(%)
Selina-1,3,7(11)-trien-8-ona	23,6	1621	52,05
Epóxido de selina-1,3,7(11)-trien-8-ona	26,6	1735	47,95
Total identificado			100,00

^aTempo de retenção; ^bÍndice de retenção (índices de Kovats) experimental relativo: n-alcenos foram usados como pontos de referências nos cálculos dos índices de retenção.

o produto natural. Estes resultados podem ser observados na Tabela 2.

Sobre *T. urticae* a ação repelente do óleo de *E. uniflora* variou quanto à concentração avaliada nos intervalos de tempo como observado na Tabela 3. Após 12 horas do início dos testes os índices de repelência nas concentrações de 0,25 e 0,50% foram inferiores a 1 – DP indicando, portanto, efeito repelente. No intervalo de 24 horas, as concentrações de 0,25; 0,50 e 1% repeliram mais de 70% dos ácaros. No período de 48 horas todas as concentrações do óleo essencial de *E. uniflora* repeliram *T. urticae*, porém no intervalo de 72 horas apenas as concentrações de 0,75 e 1% continuaram repelindo. Provavelmente, após 72 horas o óleo começa a sofrer degradação perdendo assim o seu efeito repelente.

Em estudos realizados com os produtos comerciais a base de *Azadirachta indica* A. Juss, Natuneem (Brito et al., 2006a), Neemseto (Brito et al., 2006b) e Organic Neem (Cavalcante et al., 2007) foi possível constatar que após 24 horas *T. urticae* foi repelido nas concentrações de 0,25; 0,50 e 1%, como observado para o óleo de *E. uniflora* no presente estudo.

Pontes et al. (2007a) registraram o óleo de frutos de *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. repelindo *T. urticae* após 24 horas nas concentrações de 1; 0,75 e 0,50%, porém na concentração de 0,25% o óleo manteve-se neutro sobre o ácaro rajado, diferindo portanto dos resultados apresentados para o óleo de *E. uniflora* que nessa concentração e tempo repeliu mais de 70% de *T. urticae*. Os resultados do presente estudo, contudo, estão de acordo com os obtidos por Araújo Júnior (2009) para os óleos de *Citrus limon* (L.) Burm. e *Citrus reticulata* L. que também repeliram *T. urticae* na concentração de 0,25% após um dia do início dos testes.

Tabela 2. Repelência causada pelo óleo essencial de *Eugenia uniflora* sobre *Tetranychus evansi* nos diferentes intervalos de tempo sob temperatura de $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$; umidade relativa do ar de $70 \pm 6\%$ e fotoperíodo de 12/12h.

Intervalo de tempo	Concentração	% de ácaros repelidos	IR $\pm$ DP ¹	Classificação
12 h	1,00	60aA	0,80 $\pm$ 0,37	Neutro
	0,75	66aB	0,68 $\pm$ 0,18	Repelente
	0,50	86aC	0,28 $\pm$ 0,30	Repelente
	0,25	62aD	0,76 $\pm$ 0,69	Neutro
24 h	1,00	62aA	0,76 $\pm$ 0,52	Neutro
	0,75	54aB	0,92 $\pm$ 0,36	Neutro
	0,50	66aC	0,68 $\pm$ 0,36	Neutro
	0,25	38aD	1,24 $\pm$ 0,55	Neutro
48 h	1,00	52aA	0,96 $\pm$ 0,43	Neutro
	0,75	58aB	0,84 $\pm$ 0,33	Neutro
	0,50	54aC	0,92 $\pm$ 0,64	Neutro
	0,25	50aD	1,00 $\pm$ 0,58	Neutro
72 h	1,00	66aA	0,68 $\pm$ 0,58	Neutro
	0,75	76aB	0,48 $\pm$ 0,54	Neutro
	0,50	60aC	0,80 $\pm$ 0,73	Neutro
	0,25	48aD	1,04 $\pm$ 0,65	Neutro

¹Índice de repelência $\pm$ Desvio padrão; Médias dentro do mesmo intervalo de tempo seguidas da mesma letra minúscula e médias de mesma concentração seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Repelência causada pelo óleo essencial de *Eugenia uniflora* sobre *Tetranychus urticae* nos diferentes intervalos de tempo sob temperatura de $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$; umidade relativa do ar de $70 \pm 6\%$ e fotoperíodo de 12/12h.

Intervalo de tempo	Concentração	% de ácaros repelidos	IR $\pm$ DP ¹	Classificação
12 h	1,00	68aA	0,64 $\pm$ 0,52	Neutro
	0,75	64aB	0,72 $\pm$ 0,52	Neutro
	0,50	80aC	0,40 $\pm$ 0,24	Repelente
	0,25	80aD	0,40 $\pm$ 0,32	Repelente
24 h	1,00	78aA	0,44 $\pm$ 0,48	Repelente
	0,75	66aB	0,68 $\pm$ 0,48	Neutro
	0,50	80aC	0,40 $\pm$ 0,20	Repelente
	0,25	76aD	0,48 $\pm$ 0,18	Repelente
48 h	1,00	76aA	0,48 $\pm$ 0,36	Repelente
	0,75	60aB	0,80 $\pm$ 0,14	Repelente
	0,50	78aC	0,44 $\pm$ 0,26	Repelente
	0,25	80aD	0,40 $\pm$ 0,00	Repelente
72 h	1,00	74aA	0,52 $\pm$ 0,27	Repelente
	0,75	68aB	0,64 $\pm$ 0,17	Repelente
	0,50	60aC	0,80 $\pm$ 0,24	Neutro
	0,25	68aD	0,64 $\pm$ 0,43	Neutro

¹Índice de repelência $\pm$ Desvio padrão; Médias dentro do mesmo intervalo de tempo seguidas da mesma letra minúscula e médias de mesma concentração seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Outros autores também têm revelado ação repelente de óleos essenciais sobre insetos. Lima et al. (2008) verificaram que os óleos de *Illicium verum* L. e de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf repeliram o pulgão-da-couve *Brevicoryne brassicae* (L.) em concentrações de 0,50% e 0,10%, respectivamente. Coitinho (2009) observaram atividade repelente de óleos de *Piper marginatum* Jacq. e *Cinnamomum zeylanicum* Blume sobre *Sitophilus zeamais* Mots. Restello et al. (2009) confirmaram o efeito repelente do óleo de *Tagetes patula* L. sobre adultos de *S. zeamais* na concentração de 3µL/g de milho. Zanella et al. (2009) verificaram atividade repelente do óleo de *Baccharis trimera* (Less.) DC sobre o coleóptero *S. zeamais* desde a menor concentração testada de 0,5µL/g de milho.

Efeito fumigante

Os vapores do óleo de *E. uniflora* provocaram mortalidade de 100% em *T. evansi* nas diferentes concentrações e intervalos de tempo avaliados.

Sobre *T. urticae* os percentuais médios de mortalidade são apresentados na Tabela 4. O óleo de *E. uniflora* mostrou-se tóxico para *T. urticae* a partir de 48 horas do início dos testes, com médias de mortalidade variando de acordo com a concentração e o tempo de exposição ao produto natural. Mortalidade de 100% de *T. urticae* foi verificada apenas nos maiores intervalos de tempo considerados, após 48 horas na concentração de 10 µL/L de ar e após 72 horas nas concentrações de 8 e 10µL/L de ar.

Estes resultados diferem daqueles observados por Neves et al. (2009) que registraram mortalidade significativa de *T. urticae* submetido ao óleo de *E. uniflora*, cujo o constituinte majoritário foi o mesmo identificado neste estudo, já nas primeiras 24 horas.

Trabalhos como o de Pontes et al. (2007a) registraram a maior mortalidade, de 63,3% sobre o *T. urticae*, somente após 72 horas do contato dos fitófagos com os vapores do óleo de frutos de *P. heptaphyllum* na concentração de 10µL/L de ar. Pontes et al. (2007b) reportaram a maior mortalidade essa mesma espécie de ácaro, de 79,6% apenas após 72 horas de exposição a concentração de 10µL/L de ar do óleo de *Protium bahianum* Daly.

Efeito residual

Os percentuais de *T. evansi* mortos pela ação residual do óleo essencial de *E. uniflora* são apresentados na Tabela 5. Mortalidade significativa de *T. evansi* foram obtidas a partir de 24 horas do contato dos ácaros com os discos de folhas tratados com o

Tabela 4. Mortalidade média de *Tetranychus urticae* pela ação fumigante do óleo essencial de *Eugenia uniflora* em quatro intervalos de tempo sob temperatura de $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $70 \pm 6\%$ e fotoperíodo de 12/12h.

Médias de mortalidade (%) $\pm$ EP ¹				
$\mu\text{L/L}$ de ar	12 h	24 h	48 h	72 h
0,0	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA
0,8	3,33 $\pm$ 0,3aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	53,3 $\pm$ 2,3abB	53,3 $\pm$ 2,3abB
2,0	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	73,3 $\pm$ 1,2bB	73,3 $\pm$ 1,2bB
4,0	0,00 $\pm$ 0,00aA	10,0 $\pm$ 0,6aA	90,0 $\pm$ 1,0bB	90,0 $\pm$ 1,0bB
6,0	3,33 $\pm$ 0,3aA	13,3 $\pm$ 0,9aA	86,7 $\pm$ 1,3bB	83,3 $\pm$ 0,9bB
8,0	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	86,7 $\pm$ 0,7bB	100,0 $\pm$ 0,00bB
10,0	0,00 $\pm$ 0,00aA	3,33 $\pm$ 0,3aA	100,0 $\pm$ 0,00bB	100,0 $\pm$ 0,00bB

¹Mortalidade $\pm$ Erro padrão. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha, não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Mortalidade de *Tetranychus evansi* submetidos à ação residual do óleo essencial de *E. uniflora* em diferentes concentrações e períodos de exposição sob temperatura de $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $70 \pm 6\%$ e fotoperíodo de 12/12h.

Mortalidade (%) $\pm$ EP ¹				
% Concentração	12 h	24 h	48 h	72 h
Etanol	3,33 $\pm$ 0,3aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	1,33 $\pm$ 0,7aA
0,25	33,3 $\pm$ 2,0aA	13,3 $\pm$ 0,7aA	53,3 $\pm$ 2,6aA	36,7 $\pm$ 0,3abA
0,50	36,7 $\pm$ 0,3aA	76,7 $\pm$ 0,9bA	33,3 $\pm$ 1,4aA	46,7 $\pm$ 0,9abcA
0,75	50,0 $\pm$ 2,5aA	96,7 $\pm$ 0,3bB	96,7 $\pm$ 0,3bB	86,7 $\pm$ 1,3bcdB
1,00	40,0 $\pm$ 0,6aA	90,0 $\pm$ 0,6bB	100,0 $\pm$ 0,00bB	83,3 $\pm$ 1,7bdB
Vertimec®	100,0 $\pm$ 0,00bA	100,0 $\pm$ 0,00bA	100,0 $\pm$ 0,00bA	100,0 $\pm$ 0,00dA

¹Mortalidade $\pm$ Erro padrão. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha, não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

óleo de *E. uniflora*. A partir desse intervalo as mortalidades nas concentrações 0,75 e 1% foram superiores a 80%, não diferindo estatisticamente do controle positivo Vertimec®. Contudo nas concentrações menores, de 0,50 e 0,25%, os percentuais de mortalidade não diferiram estatisticamente do controle negativo etanol, salvo na concentração de 0,50% após 24 horas de exposição.

Não se constatou mortalidade significativa por ação residual do óleo de *E. uniflora* sobre *T. urticae* (Tabela 6).

Brito et al. (2006a) registraram mortalidades de *T. urticae* variando de 40 a 56% nas concentrações de 0,25; 0,50 e 1% do produto comercial Natuneem, quando os ácaros foram alimentados com folhas de *C. ensiformes* tratadas com o produto. Mortalidades superiores àquelas encontradas no presente estudo foram observadas por Brito et al. (2006b) quando o produto comercial Neemseto foi utilizado nas concentrações de 0,25 e 1%, causando mortalidade de 36 e 60% respectivamente (2006b).

Os óleos essenciais de *Acanthospermum australe* (Loefl.) O. Kuntze, *Casearia sylvestris* Sw e *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq na concentração de 2% provocaram mortalidade de *T. urticae* após 72 horas (Becker, 2008). Araújo (2011) constataram mortalidade de *T. urticae* superior a 90% quando esses ácaros se alimentaram por 24 horas de folhas tratadas com o óleo de *P. aduncum* e *P. arboreum* nas concentrações de 8,0µL e 20,0µL/cm², respectivamente.

A presença de selina-1,3,7(11)-trien-8-ona como constituinte majoritário do óleo essencial de folhas frescas de *E. uniflora* provavelmente contribuiu com a ação acaricida e efeito repelente demonstrados pelo óleo.

Outros autores que também constataram esse constituinte como majoritário no óleo de folhas de *E. uniflora*, registraram atividade acaricida sobre *T. urticae* (Neves et al., 2009) e atividade antimicrobiana frente a bactérias como *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus epidermidis* e *Xanthomonas campestris* (Brun & Mossi, 2010).

O óleo essencial de *E. uniflora* apresentou potencial para uso como repelente de *T. urticae* mesmo em baixas concentrações. Apresentou também ação fumigante, mostrando-se como uma alternativa promissora para o controle tanto de *T. urticae* como

Tabela 6. Mortalidade de *Tetranychus urticae* submetidos à ação residual do óleo essencial de *E. uniflora* em diferentes concentrações e períodos de exposição sob temperatura de $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $70 \pm 6\%$ e fotoperíodo de 12/12h.

Mortalidade (%) $\pm$ EP ¹				
% Concentração	12 h	24 h	48 h	72 h
Etanol	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA
0,25	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	6,67 $\pm$ 0,67aA
0,50	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	13,3 $\pm$ 0,88aA
0,75	0,00 $\pm$ 0,00aA	3,33 $\pm$ 0,33aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	23,3 $\pm$ 0,88aA
1,00	0,00 $\pm$ 0,00aA	6,67 $\pm$ 0,33aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	20,0 $\pm$ 0,58aA
Vertimec®	0,00 $\pm$ 0,00aA	16,6 $\pm$ 1,5aA	50,0 $\pm$ 1,0bA	66,7 $\pm$ 1,5bA

¹Mortalidade $\pm$ Erro padrão. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha, não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T. evansi em ambientes de atmosfera conhecida como estufas e casas-de-vegetação. No entanto, o óleo não provocou mortalidade significativa por ação residual sobre *T. urticae*.

Estudos futuros serão necessários para avaliar se o óleo essencial de *E. uniflora* apresenta ação fitotóxica, se há ação semelhante aquela desenvolvida em laboratório quando aplicado em campo e se é um produto economicamente viável.

LITERATURA CITADA

- Adams, R. P. 2001. Identification of essential oils components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Carol Stream IL, Allured Publishing Corporation, 456 p.
- Araújo Junior, C. P. 2009. Composição química e atividade biológica dos óleos essenciais de frutas cítricas. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE, 95 p.
- Araújo, M. J. C. 2011. Potencial acaricida de óleos essenciais de espécies do gênero *Piper* sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE, 84 p.
- Aslan, I.; Ozbek, H.; Çalmasur, O.; Sahin, F. 2004. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pest, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. Industrial Crops and Products, v. 19, n. 2, p. 167-173.

- Auricchio, M. T.; Bugno, A.; Barros, S. B. M.; Bacchi, E. M. 2007. Atividades antimicrobiana e antioxidante e toxicidade de *Eugenia uniflora*. Latin American Journal of Pharmacy, v. 26, n. 1, p. 76-81.
- Bakkali, F.; Averbeck, S.; Averbeck, D.; Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils – A review. Food and Chemical Toxicology, v. 46, n. 2, p. 446-475.
- Becker, C. 2008. Avaliação da atividade acaricida de óleos essenciais de *Acanthospermum australe* (Loefl.) O. Kuntze, *Casearia sylvestris* Sw e *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq., em *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae). Dissertação de mestrado, Centro Universitário Univates, RS, 49 p.
- Boland, H. R.; Gutierrez, J.; Flechtmann, C. H. W. 1998. World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Leiden, Boston, Koln, Brill, 387 p.
- Brito, H. M.; Gondim Junior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Câmara, C. A. G. 2006a. Toxicidade de natunem sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 4, p. 685-691.
- Brito, H. M.; Gondim Jr., M. G. C.; Oliveira, J. V.; Câmara, C. A. G. 2006b. Toxicidade de formulações de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro-rajado e a *Euseius alatus* De Leon e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). Neotropical Entomology, v. 35, n. 4, p. 500-505.
- Brun, G. R. & Mossi, A. J. 2010. Caracterização química e atividade antimicrobiana do óleo volátil de pitanga (*Eugenia uniflora* L.). Perspectiva, Erechim, v. 34, n. 127, p. 135-142.
- Cavalcante, A. C. C.; Boaventura, V. J.; Batista, A. A.; Noronha, A. C. S. 2007. Ação do óleo de nim em *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em condições de laboratório. In: D. S.; Costa, A. N.; Costa, A. F. S. (Org.). Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão. 1 ed. Vitória, Incaper, v. 1, p. 546-548.
- Coitinho, R. L. B. C. 2009. Atividade inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Dissertação de mestrado, PE, 62 p.
- Costa, P.; Santos, S. C.; Seraphinb, J. C.; Ferri, P. H. 2009. Seasonal variability of essential oils of *Eugenia uniflora* leaves. Journal of the Brazilian Chemical Society, v. 20, n. 7, p. 1287-1293.
- Flechtmann, C. H. W. 1976. Ácaros de importância agrícola. 2. ed. São Paulo, Nobel, 150 p.
- Furtado, I. P. 2006. Sélection d'ennemis naturels pour la lutte biologique contre *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae), em Afrique. Tese de doutorado, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, França e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", SP, 186 p.
- Gallucci, S.; Placeres Neto, A.; Porto, C.; Barbizan, D.; Costa, I.; Marques, K.; Benevides, P.; Figueiredo, R. 2010. Essential oil of *Eugenia uniflora* L: an industrial perfumery approach. Journal of Essential Oil Research, v. 22, n. 2, p. 176-179.
- Gottlieb, O. R. & Magalhães, M. T. 1960. Modified distillation trap. Chemist Analyst, v. 49, n. 4, p. 114-116.
- Jeppson, L. R.; Keifer, H. H.; Baker, E. W. 1975. Mites injurious to economic plants. Berkeley, Universidade da California, 641 p.

- Kogan M. & Goeden, R.D. 1970. The host-plant range of *Lema trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of Entomological Society of America*, v. 63, n. 4, p. 1175-1180.
- Lima, R. K.; Cardoso, M. G.; Moraes, J. C.; Vieira, S. S.; Melo, B. A.; Filgueiras, C. C. 2008. Composição dos óleos essenciais de anis-estrelado *Illicium verum* L. e de capim-limão *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: avaliação do efeito repelente sobre *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). *BioAssay*, v. 3, n. 8, p. 1-6.
- McMurtry, J. A. & Scriven, G. P. 1965. Effects of artificial foods on reproduction and development of four species the of Phytoseiidae mite. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 59, n. 2, p. 267-269.
- Melo, R. M.; Corrêa, V. F. S.; Amorim, A. C. L.; Miranda, A. L. P.; Rezende, C. M. 2007. Identification of impact aroma compounds in *Eugenia uniflora* L. (Brazilian Pitanga) leaf essential oil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 18, n. 1, p. 179-183.
- Moraes, G. J. & McMurtry, J. A. 1987. Effect of temperature and sperm supply on the reproductive potencial of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, v. 3, n. 2, p. 95-107.
- Neves, R. C. S.; Neves, I. A.; Moraes, M. M.; Gomes, C. A.; Botelho, P. S.; Araújo Júnior, C. P.; Câmara, C. A. G. 2009. Atividade acaricida do óleo essencial de *Eugenia uniflora* L. e *Cinnamomum zeylanicum* sobre *Tetranychus urticae*. *Anais da IX - Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão*, Recife.
- Nyoni, B. N.; Gorman, K.; Mzilahowa, T.; Williamson, M. S.; Navajas, M.; Field, L. M.; Bassb, C. 2011. Pyrethroid resistance in the tomato red spider mite, *Tetranychus evansi*, is associated with mutation of the para-type sodium channel. *Pest Management Science*, v. 67, n. 8, p. 891-897.
- Ogunwande, I. A.; Olawore, N. O.; Ekundayo, O.; Walker, T. M.; Schmidt, J. M.; Setzer, W. N. 2005. Studies on the essential oils composition, antibacterial and cytotoxicity of *Eugenia uniflora* L. *The International Journal of Aromatherapy*, v. 15, n. 3, p. 147-152.
- Pontes, W. J. T.; Oliveira, J. C. G.; Câmara, C. A. G.; Lopes, A. C. H. R.; Gondim Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Barros, R.; Schwartz, M. O. E. 2007a. Chemical composition and acaricidal activity of the leaf and fruit essential oils of *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae). *Acta Amazônica*, v. 37, n. 1, p. 103-110.
- Pontes, W. J. T.; Oliveira, J. C. S.; Camara, C. A. G.; Lopes, A. C. H. R.; Gondim Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Schwartz, M. O. E. 2007b. Composition and acaricidal activity of the resin's essential oil of *Protium bahianum* Daly against two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Journal of Essential Oil Research*, v. 19, p. 379-383.
- Potenza, M. R.; Takematsu, A. P.; Jocy, T.; Felicio, J. D. F.; Rossi, M. H.; Sakita, M. N. 2005. Avaliação acaricida de produtos naturais para o controle de ácaro vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 72, n. 4, p. 499-503.
- Restello, R. M.; Menegatt, C.; Mossi, A. J. 2009. Efeito do óleo essencial de *Tagetes patula* L. (Asteraceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 53, n. 2, p. 304-307.

- Sato, M. E.; Silva, M. Z.; Raga, A.; Souza Filho, M. F. 2005. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology*, v. 34, n. 6, p. 991-998.
- Sato, M. E.; Silva, M. Z.; Cangani, K. G.; Raga, A. 2007. Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. *Bragantia*, v. 66, n. 1, p. 89-95.
- Sato, M. E.; Silva, M. Z.; Silva, R. B.; Souza Filho, M. F.; Raga, A. 2009. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no estado de São Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 76, n. 2, p. 217-223.
- Souza, V. C. & Lorenzi, H. 2005. Botânica Sistemática - Guia Ilustrado para Identificação das Famílias de Angiospermas da Flora Brasileira, Baseado em APG II. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 639 p.
- Zanella, C. A.; Borges, L. R.; Kubiak, G. B.; Zboralski, F. R.; Slaviero, L. B.; Miotto, S. P.; Golunski, C. M.; Astol, V.; Lerin, L. A.; Restello, R. M.; Mossi, A. J.; Cansian, R. L. 2009. Efeito repelente de *Baccharis trimera* (less.) Dc (carqueja) no controle de *Sitophilus zeamais* em grãos de milho. *Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia*.

CAPÍTULO 4

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Lippia sidoides CHAM. (VERBENACEAE) SOBRE *Tetranychus evansi* BAKER &
PRITCHARD E *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

MORGANA MARIA DE SOUSA DELFINO¹; IMEUDA PEIXOTO FURTADO¹ E JOSÉ
GALBERTO MARTINS DA COSTA²

¹ Laboratório de Zoologia dos Invertebrados, Departamento de Ciências Biológicas,
Universidade Regional do Cariri, Av. Coronel Antônio Luiz, Crato, CE.

² Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais, Departamento de Química Biológica,
Universidade Regional do Cariri, Av. Coronel Antônio Luiz, Crato, CE.

Delfino, M. M. S.; Furtado, I. P.; Costa, J. G. M. Composição química e atividade acaricida do óleo essencial de *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) sobre *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Lippia sidoides CHAM. (VERBENACEAE) SOBRE *Tetranychus evansi* BAKER &
PRITCHARD E *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

RESUMO

Plantas tropicais produzem substâncias empregadas na sua própria defesa contra o ataque de herbívoros, dessa forma espécies vegetais têm sido investigadas quanto as suas propriedades inseticidas e acaricidas. O óleo essencial de *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) pode provocar mortalidade de insetos vetores de doenças e do ácaro fitófago *Tetranychus urticae* Koch. Nada se sabe sobre o efeito desse óleo sobre *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard. Procurou-se neste estudo avaliar a composição química e a atividade do óleo de *L. sidoides* sobre *T. evansi* e *T. urticae*. O óleo essencial de *L. sidoides* foi extraído em aparelho do tipo Cleavenger modificado por hidrodestilação das folhas frescas da planta. A análise da composição química do óleo foi realizada usando-se um sistema de Cromatografia Gasosa acoplado a Espectrometria de Massa (CG/EM). Testes de repelência, fumigação e efeito residual foram realizados. O óleo essencial de *L. sidoides* apresentou rendimento de 1,3%, cor parda e aspecto fluido. Pela análise por CG/EM foi possível identificar 97,82% dos constituintes do óleo, sendo timol (84,9%), p-cimeno (5,33%) e etil-metil-carvacrol (3,01%) encontrados em maiores proporções. O óleo essencial de *L. sidoides* não repeliu *T. evansi*. No entanto, sobre *T. urticae* o óleo foi eficiente, repelindo independente da concentração e intervalo de tempo avaliados, com percentuais de repelência superiores a 70%. Os vapores do óleo foram tóxicos a *T. evansi* e *T. urticae* provocando mortalidade de 100% em todos os intervalos de tempo e concentrações testadas. O óleo não apresentou atividade residual significativa sobre os ácaros *T. evansi* e *T. urticae*. As atividades reveladas pelo óleo de *L. sidoides* neste estudo indicam a potencialidade desse produto no controle de *T. evansi* e *T. urticae* em ambientes protegido, como casas-de-vegetação e estufas.

PALAVRAS-CHAVE: *Lippia sidoides*, *Tetranychus evansi*, *Tetranychus urticae*, óleo essencial.

CHEMICAL COMPOSITION AND ACARICIDE ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL OF
Lippia sidoides CHAM. (VERBENACEAE) ON *Tetranychus evansi* BAKER &
PRITCHARD AND *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

ABSTRACT

Tropical plants produce substances used in their own defense against attack by herbivores. Plant species have been investigated for their properties insecticides and acaricides. The essential oil of *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) can cause mortality of insect vectors of diseases and phytophagous mite *Tetranychus urticae* Koch. Nothing is known about the effect of oil on *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard. This study sought to evaluate the chemical composition and activity of the oil *L. sidoides* on *T. evansi* and *T. urticae*. The essential oil of *L. sidoides* was extracted in Cleavenger type apparatus modified by hydrodistillation of fresh leaves of the plant. The analysis of the chemical composition of the oil was performed using a gas chromatography system coupled to mass spectrometry (GC/MS). Repellency tests, fumigation and residual effect were performed. The essential oil of *L. sidoides* had a yield of 1.3%, and look brown fluid. For analysis by GC/MS was identified 97.82% of the constituents of the oil, and thymol (84.9%), p-cymene (5.33%) and ethyl methyl carvacrol (3.01%) found in major proportions. The essential oil of *L. sidoides* not *T. evansi* repelled. However, on *T. urticae* oil was effective, repelling independent of concentration and time interval evaluated, with percentages above 70% repellency. The oil fumes were toxic to *T. evansi* and *T. urticae* causing 100% mortality in all time intervals and concentrations tested. The oil showed no significant residual activity on mites *T. evansi* and *T. urticae*. The activities revealed by oil *L. sidoides* in this study indicate the potential of this product to control *T. evansi* and *T. urticae* in protected environments, such as green-houses and greenhouses.

KEYWORDS: *Lippia sidoides*, *Tetranychus evansi*, *Tetranychus urticae*, essential oil.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ACARICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Lippia sidoides CHAM. (VERBENACEAE) SOBRE *Tetranychus evansi* BAKER &
PRITCHARD E *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

INTRODUÇÃO

Plantas tropicais produzem substâncias empregadas na sua própria defesa contra o ataque de herbívoros (Vilela, 1990). Entre as espécies vegetais investigadas quanto as suas propriedades inseticidas e acaricidas, destacam-se *Azadirachta indica* A. Juss. e *Nicotiana tabacum* L. das quais foram isoladas azadiractina e nicotina respectivamente, que atuam no controle de ácaros e insetos fitófagos (Viegas Jr., 2003).

Óleos essenciais de plantas da família Verbenaceae foram registrados provocando mortalidade sobre insetos vetores de doenças (Gleiser & Zygadlo, 2007). *Lippia sidoides* Cham., pertencente a família Verbenaceae, é uma espécie conhecida por alecrim-pimenta que ocorre predominantemente nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte (Innecco et al., 2000; Matos, 2000). Seu óleo essencial é rico em timol e tem se destacado por sua atividade frente à bactérias (Lemos et al., 1990; Oliveira et al., 2006; Botelho et al., 2007; Botelho et al., 2009) e fungos patogênicos (Lacoste et al., 1996; Fontenelle et al., 2007), insetos vetores de doenças (Carvalho et al., 2003; Costa et al., 2005), nematóides gastrointestinais (Camurça-Vasconcelo et al., 2008), protozoários patogênicos (Oliveira et al., 2009) e ácaros fitófagos (Cavalcanti et al., 2010).

O ácaro fitófago *Tetranychus urticae* Koch destaca-se entre aqueles da família Tetranychidae por atacar plantas, causando sérios prejuízos à economia mundial. Por outro lado, de menor importância global, o ácaro vermelho do tomateiro, *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, tem causado prejuízos sobre solanáceas cultivadas, especialmente no continente africano, onde foi introduzido acidentalmente (Saunyama & Knapp, 2003).

Embora o controle químico seja o principal método utilizado contra ácaros fitófagos, ao longo dos anos essa prática vem selecionando populações de pragas resistentes, deixando resíduos tóxicos nos alimentos, intoxicando pessoas e outros animais e provocando desequilíbrios ambientais. Informações sobre populações de *T. evansi* e *T. urticae* resistentes tem sido registradas em regiões por todo o mundo (Sato et al., 2009; Nyoni et al., 2011). Por

isso cada vez mais faz-se necessária a descoberta de novos produtos que possam ser utilizados como alternativa para o controle químico convencional, especialmente aqueles de origem vegetal por terem geralmente baixa toxicidade e rápida degradação no meio, assegurando o equilíbrio dos ecossistemas (Potenza et al., 2006).

O objetivo desse estudo foi obter a composição química e avaliar a atividade do óleo essencial das folhas frescas de *L. sidoides* sobre *T. evansi* e *T. urticae* em condições de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção e criação dos ácaros

Tetranychus urticae foi encontrado em um cultivo de *Gerbera* sp. no Condomínio das Flores Santo Antônio (7°12' S e 39°30' W), localizado no distrito de Santa Fé, município de Crato, sul do Ceará em agosto de 2010 e *T. evansi* foi obtido de plantas de *Solanum americanum* L. encontradas no sítio Melo (7°19' S e 39°24' W) no município de Barbalha, sul do Ceará em setembro de 2010. Amostras de folhas dessas plantas foram coletadas, depositadas em sacos de papel, acondicionadas em caixa de poliestireno® com gelo e em seguida conduzidas ao Laboratório de Zoologia de Invertebrados da Universidade Regional do Cariri – LZI/URCA para retirada dos ácaros sob microscópio estereoscópico. Espécimes daqueles ácaros foram montados em lâminas para microscopia em meio de Hoyer para posterior identificação. Os demais espécimes foram provisoriamente transferidos para arenas de criação semelhantes aquelas descritas por McMurtry & Scriven (1965). Cada arena consistiu em um depósito plástico (16 x 26 x 5cm) com tampa telada (16,5 x 26,5 x 2cm) na parte central. No interior de cada arena foi colocado um retângulo de polietileno® expandido (12 x 21 x 1cm) umedecido com água destilada sobre o qual foi depositada uma folha de *Canavalia ensiformes* L. ou de *S. americanum* que serviram de substrato para *T. urticae* e *T. evansi* respectivamente, cada folha foi colocada na arena com a face abaxial voltada para cima.

Depois de identificados *T. urticae* foi transferido das arenas de criação para plantas de *C. ensiformes* e *T. evansi* para plantas de *S. americanum* e *Lycopersicon esculentum* Mill. Essas plantas foram mantidas no LZI em gaiolas de criação (60 x 90 x 60cm) confeccionadas em madeira com cortinas de tecido organza® a

temperatura ambiente e foram cultivadas sob um telado (5 x 6 x 3m) confeccionado com tubos de Policloreto de Vinila®. PVCs de 15mm de diâmetro foram arqueados e presos a outros tubos também de PVC de ¾ 20mm de diâmetro fixos ao solo. Perfis de alumínio foram usados para conectar os arcos de PVC que foram cobertos com sombrite 70% e recoberto com plástico transparente. Plantas de *S. americanum* foram mantidas em vasos plásticos com capacidade para 5L, *L. esculentum* e *C. ensiformes* foram cultivadas em vasos com capacidade para 1L. As plantas foram oferecidas aos ácaros semanalmente ou sempre que necessário.

Obtenção do óleo essencial de *L. sidoides*

As folhas de *L. sidoides* foram coletadas de plantas cultivadas no Horto de Pantas Medicinais da URCA (07°14'S e 39°25'W), campus Pimenta, no município de Crato, em abril e maio de 2011, sempre no período da manhã. Com auxílio de uma tesoura de poda, galhos da planta foram destacados e acondicionados em bandejas plásticas, em seguida levados ao LZI, onde as folhas foram separadas e selecionada, sendo removidas aquelas com sinais de ataque por microrganismos ou herbívoros. Uma exsicata da espécie foi montada e depositada no Herbário Caririense Dárdano de Andrade Lima - HCDAL da URCA sob o número 6633.

A extração do óleo essencial foi realizada utilizando-se um sistema de hidrodestilação, coletado em um aparelho doseador tipo Cleavenger, modificado por Gottlieb & Magalhães (1960). Para tanto, 300g de folhas frescas de *L. sidoides* foram colocados em um balão de 5L juntamente com 2,5L de água destilada, o conjunto foi mantido em ebulição por 3 horas. Após, a mistura água/óleo obtida no doseador foi separada, tratada com sulfato de sódio anidro (Na₂SO₄) e filtrada. O óleo essencial obtido foi pesado e teve seu rendimento calculado com base na massa das folhas frescas. Cerca de 200µL do óleo foram reservados para a identificação dos compostos químicos e o remanescente usado nos bioensaios.

Análise da composição química do óleo essencial de *L. sidoides*

A análise da composição química do óleo essencial foi realizada usando-se um sistema de Cromatografia Gasosa acoplado a Espectrometria de Massa (CG/EM), em aparelho SHIMADZU com detector seletivo de massa QP5050A, operado sob energia de ionização de 70eV. A coluna de capilaridade utilizada foi DB-5HT (30m x 0,25mm de

diâmetro interno), nas seguintes especificações: temperaturas de 270°C no injetor e 290°C no detector, tendo hélio como gás de arraste (1,7mL/min); velocidade linear de 47,3cm/seg; fluxo total de 24mL/min; fluxo de portador de 24mL/min; pressão de 107,8kPa e a temperatura de aquecimento da coluna foi programada para 60°C (2min) - 180°C (1min) a 4°C/min e de 180 - 260°C a 10°C/min (10min). A identificação dos componentes foi realizada por comparação entre seu respectivo espectro de massa com aqueles padrões registrados na base de dados da biblioteca Wiley 229 e entre os índices de retenção calculados com valores da literatura especializada (Adams, 2001).

Bioensaios

Bioensaios de repelência, fumigação e efeito residual foram realizados no LZI/URCA e todos os experimentos mantidos em sala climatizada com temperatura de 25 ± 0,5°C; umidade relativa do ar de 70 ± 6% e fotoperíodo de 12/12h.

Teste de repelência

O método utilizado para os testes de repelência foi adaptado de Brito et al. (2006a). Discos de folhas de *S. americanum* e *C. ensiformes* com 7cm de diâmetro foram utilizados como substratos para *T. evansi* e *T. urticae*, respectivamente. Cada disco foi inicialmente dividido em três áreas, duas áreas laterais de mesmo tamanho e uma faixa neutra intermediária de 0,5cm de largura. Uma das áreas laterais foi tratada com a solução etanólica do óleo essencial de *L. sidoides* nas concentrações de 0,25; 0,50; 0,75 e 1% e a outra, usada como controle, foi imersa apenas em etanol, na faixa neutra nada foi aplicado. Depois de mergulhados nos respectivos tratamentos os discos de folhas permaneceram cinco minutos sobre papel filtro a temperatura ambiente para permitir a evaporação do solvente. Em seguida os discos de folhas foram depositados sobre dois discos de papel filtro saturados com água destilada no interior de placas de Petri com 9cm de diâmetro. Cada placa foi usada como uma unidade experimental. Na faixa neutra de cada unidade experimental, 10 fêmeas de idade desconhecida dos ácaros avaliados foram liberadas. Em seguida as unidades experimentais foram fechadas e mantidas em sala climatizada.

As avaliações foram realizadas 12, 24, 48 e 72 horas após o início do período de exposição dos ácaros aos tratamentos. Cinco repetições para cada concentração foram feitas. Os Índices de Repelência (IR) foram calculados conforme Kogan & Goeden (1970) pela

fórmula: $IR = 2G/(G+P)$, onde G é o número de ácaros que se dirigiram para o tratamento e P é o número de ácaros no controle. O intervalo de segurança utilizado para considerar se o óleo foi ou não repelente foi obtido a partir da média dos IR calculados e seu respectivo desvio padrão (DP). A interpretação dos resultados foi feita da seguinte forma: se a média dos IR for menor que $1 - DP$, o óleo é repelente, se a média for maior que $1 + DP$ o óleo é atraente e se a média estiver entre $1 - DP$ e $1 + DP$, o óleo é considerado neutro (Kogan & Goeden, 1970). As médias obtidas foram submetidas à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o programa GraphPad Prism, versão 5.

Teste de fumigação

O método utilizado para os testes de fumigação foi adaptado de Aslan et al. (2004). Recipientes de vidro de 2,5L foram utilizados como câmaras de fumigação. No interior de cada câmara foi colocada uma unidade experimental. Cada unidade experimental consistiu em uma placa de Petri de 7cm de diâmetro e no seu interior, dois discos de papel filtro de 7cm de diâmetro saturados com água destilada sobre os quais se depositou um disco de folha de 5cm de diâmetro de *S. americanum* para *T. evansi* ou de *C. ensiformes* para *T. urticae*. 10 fêmeas de idades desconhecidas dos ácaros em estudo foram liberadas sobre os discos de folha. Doses de 2, 5, 10, 15, 20 e 25µL do óleo essencial de *L. sidoides* foram aplicadas com pipeta automática em tiras de papel filtro com 10 x 2cm presas à superfície interna das tampas das câmaras de fumigação, que em seguida foram fechadas e conduzidas a sala climatizada. Uma testemunha foi considerada, na qual nada foi aplicado.

A mortalidade foi avaliada depois de 12, 24, 48 e 72 horas do início da exposição. Para cada dose e tempo de exposição, três repetições foram feitas, sendo cada repetição uma câmara com 10 ácaros. Ácaros que não se movimentaram mesmo após um leve toque com pincel de cerdas finas foram considerados mortos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o programa GraphPad Prism, versão 5.

Teste de efeito residual

O método utilizado para avaliar a ação residual do óleo essencial de *L. sidoides* sobre os ácaros foi adaptado de Potenza et al. (2005). Discos de 7cm de diâmetro foram recortados de folhas de *S. americanum* e *C. ensiformes* para serem usados como substrato

para *T. evansi* e *T. urticae*, respectivamente. Os discos de folhas foram imersos durante cinco segundos nas soluções etanólicas do óleo essencial de *L. sidoides* nas concentrações de 0,25; 0,50; 0,75 e 1% e nos controles, negativo com etanol e positivo com Vertimec® (1mL/L de água). Em seguida, os discos foram colocados sobre papel filtro por 5 minutos para secagem e evaporação do solvente, a temperatura ambiente.

Depois de secos, cada disco de folha foi colocado com a face abaxial voltada para cima sobre dois discos de papel filtro com 8,5cm de diâmetro umedecidos com água destilada dentro de uma placa de Petri de 9cm de diâmetro. Posteriormente, 10 fêmeas das espécies avaliadas, tomadas ao acaso das colônias de manutenção, foram liberadas sobre os discos de folhas. As placas foram fechadas e mantidas em sala climatizada. As avaliações foram realizadas 12, 24, 48 e 72 horas após a aplicação das soluções. Três repetições para cada tratamento e tempo de avaliação foram feitos. Consideraram-se mortos os ácaros que não se movimentaram mesmo após um leve toque com pincel de cerdas finas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o programa GraphPad Prism, versão 5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo essencial de *L. sidoides* apresentou rendimento de 1,3%, cor parda e aspecto fluido. Pela análise por CG/EM foi possível identificar 97,82% dos constituintes do óleo, sendo timol (84,9%), p-cimeno (5,33%) e etil-metil-carvacrol (3,01%) encontrados em maiores proporções (Tabela 1).

Outros autores também identificaram timol e *p*-cymeno como principais constituintes do óleo essencial de *L. sidoides* (Botelho et al., 2007; Camurça-Vasconcelos et al., 2007; Fontenelle et al., 2007; Monteiro et al., 2007; Oliveira et al., 2009; Cavalcanti et al., 2010). Constituintes tais como α -felandreno (Costa et al., 2005), β -cariofileno (Costa et al., 2005; Cavalcanti et al., 2010), *E*-cariofileno (Camurça-Vasconcelos et al., 2007; Fontenelle et al., 2007), carvacrol e γ -terpineno (Cavalcanti et al. 2010) também tem sido encontrados junto aqueles de maiores proporções.

Efeito repelente

O óleo essencial de *L. sidoides* não apresentou efeito repelente sobre *T. evansi* Para todos os intervalos e concentrações avaliados as médias dos índices de repelência

Tabela 1. Composição química do óleo essencial de folhas frescas de *Lippia sidoides*.

Componentes	Tr(min)^a	IK^b	(%)
Timol	11,8	1288	84,9
<i>p</i> -cimeno	4,2	1020	5,33
etil-metil-carvacrol	9,7	1164	3,01
1,8-cineol	4,4	1031	1,68
γ -terpineno	5,0	1060	1,32
β -cariofileno	15,1	1418	1,17
Carvacrol	12,9	1292	0,41
Total identificado			97,82

^aTempo de retenção; ^bÍndice de retenção (Índices de Kovats) experimental relativo: n-alcanos foram usados como pontos de referências nos cálculos dos índices de retenção.

estiveram entre 1 – DP e 1 + DP classificando o óleo como neutro, como observado na Tabela 2.

Sobre *T. urticae*, contudo, o óleo de *L. sidoides* apresentou efeito repelente em todas as concentrações e intervalos de tempo avaliados, com percentuais de repelência superiores a 70% (Tabela 3).

Percentuais de repelência similares aos encontrados no presente estudo para *T. urticae* foram atribuídos a formulações comerciais a base de *A. indica*. Brito et al. (2006a) verificaram repelência superior a 90% sobre *T. urticae* decorridas 24 horas de exposição ao produto Natuneem nas concentrações 0,25; 0,50 e 1%. Brito et al. (2006b) também revelaram repelência maior que 90% sobre ácaros *T. urticae* submetidos a concentrações do produto Neemseto por 24 horas. Cavalcante et al. (2007) verificaram repelência variando de 94,99 a 100% a partir de concentrações de até 1% do produto comercial Organic Neem após 24 horas.

Os resultados do presente estudo divergem daqueles reportados por Miresmailli & Isman (2006). Esses autores avaliaram a ação do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. sobre *T. urticae* e verificaram que a atividade repelente do óleo dessa planta sobre o ácaro diminuiu significativamente com o tempo, cessando após 48 horas. O óleo de *L. sidoides*, entretanto, permaneceu repelindo até o mais longo período avaliado, de 72 horas.

Tabela 2. Repelência causada pelo óleo essencial de *Lippia sidoides* sobre *Tetranychus evansi* nas diferentes concentrações e intervalos de tempo avaliados sob temperatura de $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$; umidade relativa do ar de $70 \pm 6\%$ e fotoperíodo de 12/12h.

Intervalo de tempo	Concentração	% de ácaros repelidos	IR $\pm$ DP ¹	Classificação
12 h	1,00	56aA	0,88 $\pm$ 0,39	Neutro
	0,75	46aB	1,88 $\pm$ 0,36	Neutro
	0,50	56aC	0,88 $\pm$ 0,54	Neutro
	0,25	48aD	1,04 $\pm$ 0,59	Neutro
24 h	1,00	56aA	0,88 $\pm$ 0,52	Neutro
	0,75	42aB	1,16 $\pm$ 0,36	Neutro
	0,50	50aC	1,00 $\pm$ 0,32	Neutro
	0,25	46aD	1,08 $\pm$ 0,46	Neutro
48 h	1,00	46aA	1,08 $\pm$ 0,50	Neutro
	0,75	38aB	1,24 $\pm$ 0,36	Neutro
	0,50	46aC	1,08 $\pm$ 0,54	Neutro
	0,25	48aD	1,04 $\pm$ 0,52	Neutro
72 h	1,00	52aA	0,96 $\pm$ 0,57	Neutro
	0,75	42aB	1,16 $\pm$ 0,36	Neutro
	0,50	48aC	1,04 $\pm$ 0,36	Neutro
	0,25	56aD	0,88 $\pm$ 0,49	Neutro

¹Índice de Repelência $\pm$ Desvio padrão. Médias dentro do mesmo intervalo de tempo seguidas da mesma letra minúscula e médias de mesma concentração seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Repelência causada pelo óleo essencial de *Lippia sidoides* sobre *Tetranychus urticae* nas diferentes concentrações e intervalos de tempo avaliados sob temperatura de $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$; umidade relativa do ar de $70 \pm 6\%$ e fotoperíodo de 12/12h.

Intervalo de tempo	Concentração	% de ácaros repelidos	IR$\pm$DP¹	Classificação
12 h	1,00	82aA	0,36 $\pm$ 0,17	Repelente
	0,75	86aB	0,28 $\pm$ 0,23	Repelente
	0,50	78aC	0,44 $\pm$ 0,17	Repelente
	0,25	76aD	0,48 $\pm$ 0,36	Repelente
24 h	1,00	82aA	0,36 $\pm$ 0,17	Repelente
	0,75	86aB	0,28 $\pm$ 0,18	Repelente
	0,50	80aC	0,40 $\pm$ 0,20	Repelente
	0,25	80aD	0,40 $\pm$ 0,28	Repelente
48 h	1,00	82aA	0,36 $\pm$ 0,17	Repelente
	0,75	86aB	0,28 $\pm$ 0,18	Repelente
	0,50	82aC	0,36 $\pm$ 0,17	Repelente
	0,25	74aD	0,52 $\pm$ 0,33	Repelente
72 h	1,00	80aA	0,40 $\pm$ 0,20	Repelente
	0,75	88aB	0,24 $\pm$ 0,17	Repelente
	0,50	86aC	0,28 $\pm$ 0,11	Repelente
	0,25	74aD	0,52 $\pm$ 0,41	Repelente

¹Índice de Repelência $\pm$ Desvio Padrão. Médias dentro do mesmo intervalo de tempo seguidas da mesma letra minúscula e médias de mesma concentração seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pontes et al. (2007a) verificaram que as concentrações de 0,50; 0,75 e 1% do óleo de frutos de *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand repeliram *T. urticae* após 24 horas, contudo não verificaram ação do óleo na menor concentração, de 0,25%. O mesmo foi verificado por Pontes et al. (2007b) para o óleo de resinas frescas de *Protium bahianum* Daly. Contudo, o óleo de *L. sidoides* avaliado no presente estudo, repeliu *T. urticae* mesmo na menor concentração testada, de 0,25%.

Efeito fumigante

Os vapores do óleo de *L. sidoides* foram tóxicos a *T. evansi* e *T. urticae* provocando mortalidade de 100% em todos os intervalos de tempo e concentrações avaliados. O óleo de *L. sidoides* revelou atividade fumigante sobre *T. evansi* e *T. urticae*, indicando potencialidade para ser utilizado como acaricida natural em ambientes de atmosfera limitada, como estufas ou casas de vegetação.

Os resultados deste estudo estão de acordo com aqueles obtidos por Cavalcanti et al. (2010) quando constataram que vapores de óleos essenciais de diferentes acessos de *L. sidoides* e seus principais constituintes provocaram mortalidade de *T. urticae*. Esses autores verificaram que óleos de *L. sidoides* extraídos de dois quimiotipos diferentes, assim como os constituintes isolados timol, *p*-cimeno e β -cariofileno apresentaram ação fumigante, com destaque para o timol isolado que apresentou a menor CL₅₀, sendo por isso indicado como o constituinte do óleo responsável pela atividade sobre *T. urticae*.

Porém nem sempre os constituintes majoritários são os responsáveis pela mortalidade do organismo alvo, muitas vezes apenas a ação sinérgica dos compostos é capaz de efetivar a atividade.

Tetranychus urticae têm sido susceptível a óleos essenciais de outras espécies vegetais (Pontes et al., 2007a; b; c; Araújo, 2011), contudo com percentuais de mortalidade menores que estes observados para o óleo de *L. sidoides*. Pontes et al. (2007a) verificaram mortalidade de 63,3% de *T. urticae* submetidos aos vapores do óleo de frutos de *P. heptaphyllum* na concentração de 10 μ L/L de ar após 72 horas de exposição. Valores ainda menores foram obtidos para o óleo de folhas dessa espécie quando apenas 41% dos ácaros morreram naquele mesmo tempo e concentração.

O óleo de resinas frescas de *P. bahianum* causou mortalidade de no máximo 79,6% de *T. urticae* após 72 horas de exposição a uma concentração de 10 µL/L de ar, enquanto o óleo das resinas velhas provocou, naquela mesma concentração e tempo, mortalidade de apenas 59,9% (Pontes et al., 2007b).

Araújo (2011) avaliando a ação fumigante de óleos essenciais de plantas do gênero *Piper* sobre *T. urticae* verificou que após 24 horas, o óleo de *Piper arboreum* Aub. provocou mortalidade de 98,9% na concentração de 1,2 µL/L de ar, o óleo de *Piper tuberculatum* Jacq. com 98,7% a 1,6 µL/L de ar, *Piper caldense* C. DC. com 98,7% a 2,6 µL/L de ar e *Piper aduncum* L. com 97,8% na concentração de 0,31µL/L de ar.

Efeito residual

O óleo essencial de *L. sidoides* não apresentou atividade residual significativa sobre ácaros *T. evansi* e *T. urticae*. A mortalidade média obtida nas concentrações do óleo sobre os ácaros não diferiu estatisticamente do controle negativo. As médias de mortalidade de *T. urticae* também não diferiram estatisticamente daquelas provocadas pelo Vertimec®. Provavelmente a população de *T. urticae* aqui estudada apresenta certa resistência a esse acaricida. As médias de mortalidade sobre *T. evansi* e *T. urticae* são indicadas na Tabela 4 e Tabela 5, respectivamente.

Estes resultados assemelham-se aqueles verificados para o óleo de *R. officinalis* e o produto comercial EcoTrol, a base do óleo essencial dessa espécie, sobre *T. urticae*. Os autores observaram toxicidade do óleo puro e sua formulação comercial apenas nas primeiras horas, 24 e 72 horas após os efeitos letais e subletais desapareceram (Miresmailli & Isman, 2006).

Embora os resíduos do óleo de *L. sidoides* não tenham apresentado toxicidade sobre os ácaros fitófagos aqui avaliados, produtos naturais provenientes de outras espécies vegetais têm causado mortalidade de *T. urticae* por ação residual. Becker (2008) avaliando a ação residual de óleos essenciais de *Acanthospermum australe* (Loefl.) O. Kuntze, *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. e *Casearia sylvestris* Sw. sobre *T. urticae*, constatou que após três dias mantidos sobre folhas tratadas na concentração de 2% de cada óleo, os ácaros foram reduzidos em mais de 70%, com destaque para o óleo de *A. australe* que matou 100% dos ácaros.

Tabela 4. Mortalidade de *Tetranychus evansi* submetidos à ação residual do óleo essencial de *Lippia sidoides* em diferentes concentrações e períodos de exposição sob temperatura de $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $70 \pm 6\%$ e fotoperíodo de 12h.

Mortalidade (%) $\pm$ EP ¹				
% Concentração	12 h	24 h	48 h	72 h
Etanol	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	6,60 $\pm$ 0,00aA
1,00	26,70 $\pm$ 1,67aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	13,3 $\pm$ 0,88aA
0,75	3,33 $\pm$ 0,33aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	20,00 $\pm$ 1,00aA
0,50	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	10,00 $\pm$ 0,00aA
0,25	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	6,67 $\pm$ 0,67aA
Vertimec®	100,0 $\pm$ 0,00bA	100,0 $\pm$ 0,00bA	100,0 $\pm$ 0,00bA	100,0 $\pm$ 0,00bA

¹Mortalidade $\pm$ Erro padrão; Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Mortalidade de *Tetranychus urticae* submetidos à ação residual do óleo essencial de *Lippia sidoides* em diferentes concentrações e períodos de exposição sob temperatura de $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $70 \pm 6\%$ e fotoperíodo de 12h.

Mortalidade (%) $\pm$ EP ¹				
% Concentração	12 h	24 h	48 h	72 h
Etanol	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA
1,00	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA
0,75	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	16,70 $\pm$ 1,67aA
0,50	0,00 $\pm$ 0,00aA	3,33 $\pm$ 0,33aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	33,3 $\pm$ 0,33aA
0,25	0,00 $\pm$ 0,00aA	0,00 $\pm$ 0,00aA	3,33 $\pm$ 0,33aA	10,00 $\pm$ 0,58aA
Vertimec®	0,00 $\pm$ 0,00aA	26,70 $\pm$ 2,08aA	26,70 $\pm$ 0,58aA	16,70 $\pm$ 1,53aA

¹Mortalidade $\pm$ Erro padrão; Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Brito et al. (2006a) observaram mortalidade entre 40 e 56% de *T. urticae* em folhas tratadas nas concentrações de 0,25; 0,50 e 1% do produto comercial Natuneem, a base de *A. indica*. Brito et al. (2006b) constataram mortalidade de até 60% sobre a mesma

espécie de ácaro mantido em folhas de *C. ensiformes* tratadas nas concentrações de 0,25; 0,25; 0,50 e 1% do produto Neemseto.

Os resultados obtidos no presente estudo indicaram que em todas as concentrações e tempos avaliados, o óleo de *L. sidoides* repeliu *T. urticae* e apresentou atividade fumigante tanto sobre *T. urticae* como sobre *T. evansi*, podendo ser usado no controle dessas pragas em ambientes protegidos, como casas-de-vegetação e estufas. Provavelmente o óleo não deixou resíduos no substrato foliar, uma vez que não houve mortalidade significativa nos testes de efeito residual sobre as duas espécies de tetraniquídeos, o que sugere a rápida degradação desse produto no ambiente, reduzindo possíveis riscos de intoxicações de organismos não-alvo presentes em áreas tratadas.

Outros efeitos do óleo essencial de *L. sidoides* podem ser investigados sobre essas duas espécies de ácaro, tais como efeitos diretos e indiretos sobre a fecundidade de fêmeas, sobre ovos e demais estágios da fase imatura. Além disso, a toxicidade do óleo sobre outros organismos, sua ação em campo e suas formulações para uso devem ser avaliados para que então o óleo de *L. sidoides* possa efetivamente ser utilizado no controle de *T. evansi* e *T. urticae*.

LITERATURA CITADA

- Adams, R. P. 2001. Identification of essential oils components by Gás Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Carol Stream IL, Allured Publishing Corporation, 456 p.
- Araújo, M. J. C. 2011. Potencial acaricida de óleos essenciais de espécies do gênero *Piper* sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE, 84 p.
- Aslan, I.; Ozbek, H.; Kordali, S.; Calmasur, O.; Cakir, A. 2004. Toxicity of essential oil vapours obtained from *Pistacia* sp. to the granary weevil, *Sitophilus granaries* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Journal for Plant Diseases and Plant Protection, v. 111, p. 400-407.
- Becker, C. 2008. Avaliação da atividade acaricida de óleos essenciais de *Acanthospermum australe* (Loefl.) O. Kuntze, *Casearia sylvestris* Sw e *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq., em *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae). Dissertação de mestrado, Centro Universitário Univates, RS, 49 p.
- Botelho, M. A.; Nogueira, N. A. P.; Bastos, G. M.; Fonseca, S. G. C.; Lemos, T. L. G.; Matos, F. J. A.; Montenegro, D.; Heukelbach, J.; Rao, V. S.; Brito, G. A. C. 2007. Antimicrobial activity of the essential oil from *Lippia sidoides*, carvacrol and thymol against

oral pathogens. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v. 40, n. 3, p. 349-356.

Botelho, P. S.; Moraes, M. M.; Neves, I. A.; Neves, R. C. S.; Ribeiro, N. C.; Born, F. S.; Camara, C. A. G. 2009. Composição química e ação repelente do óleo essencial *Ocotea gardneri* (Meisn) Mez. sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch. Anais da IX - Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão, Recife.

Brito, H. M.; Gondim Junior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Câmara, C. A. G. 2006a. Toxicidade de natuneeem sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 4, p. 685-691.

Brito, H. M.; Gondim Jr. M. G. C.; Oliveira, J. V.; Câmara, C. Cláudio A. G.. 2006b. Toxicidade de Formulações de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro-rajado e a *Euseius alatus* De Leon e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). Neotropical Entomology, v. 35, n. 4, p. 500-505.

Camurça-Vasconcelos, A. L. F.; Bevilaqua, C. M. L.; Moraes, S. M.; Maciel, M. V.; Costa, C. T. C.; Macedo, I. T. F.; Oliveira, L. M. B.; Braga, R. R.; Silva, R. A.; Vieira, L. S. 2007. Anthelmintic activity of *Croton zehntneri* and *Lippia sidoides* essential oils. Veterinary Parasitology, v. 148, n. 3-4, p. 288-294.

Camurça-Vasconcelos, A. L. F.; Bevilaqua, C. M. L.; Moraes, S. M.; Maciel, M. V.; Costa, C. T. C.; Macedo, I. T. F.; Oliveira, L. M. B.; Braga, R. R.; Silva, R. A.; Vieira, L. S.; Navarro, A. M. C. 2008. Anthelmintic activity of *Lippia sidoides* essential oil on sheep gastrointestinal nematodes. Veterinary Parasitology, v. 154, n. 1-2, p. 167-170.

Carvalho, A. F. U.; Melo, V. M. M.; Craveiro, A. A.; Machado, M. I. L.; Bantim, M. B.; Rabelo, E. F. 2003. Larvicidal activity of the essential oil from *Lippia sidoides* Cham. against *Aedes aegypti* Linn. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 98, n. 4, p. 569-571.

Cavalcante, A. C. C.; Boaventura, V. J.; Batista, A. A.; Noronha, A. C. S. 2007. Ação do óleo de nim em *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em condições de laboratório. In: D. S.; Costa, A. N.; Costa, A. F. S. (Org.). Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão. 1 ed. Vitória, Incaper, v. 1, p. 546-548.

Cavalcanti, S. C. H.; Niculau, E. S.; Blank, A. F.; Câmara, C. A. G.; Araújo, I. N.; Alves, P. B. 2010. Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). Bioresource Technology, v. 101, n. 2, p. 829-832.

Costa, J. G. M.; Rodrigues, F. F. G.; Angélico, E. C.; Silva, M. R.; Mota, M. L.; Santos, N. K. A.; Cardoso, A. L. H.; Lemos, T. L. G. 2005. Estudo químico-biológico dos óleos essenciais de *Hyptis martiusii*, *Lippia sidoides* e *Syzigium aromaticum* frente às larvas do *Aedes aegypti*. Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 15, n. 4, p. 304-309.

Fontenelle, R. O. S.; Moraes, S. M.; Brito, E. H. S.; Kerntopf, M. R.; Brilhante, R. S. N.; Cordeiro, R. A.; Tomé, A. R.; Queiroz, M. G. R.; Nascimento, N. R. F.; Sidrim, J. J. C.; Rocha, M. F. G. 2007. Chemical composition, toxicological aspects and antifungal activity of essential oil from *Lippia sidoides* Cham. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, v. 59, n. 5, p. 934-940.

- Gleiser, R. M. & Zygadlo, J. A. 2007. Insecticidal properties of essential oils from *Lippia turbinata* and *Lippia polystachya* (Verbenaceae) against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, v. 101, n. 5, p. 1349–1354.
- Gottlieb, O. R. & Magalhães, M. T. 1960. Modified distillation trap. *Chemist Analyst*, v. 49, n. 4, p. 114-116.
- Innecco, R.; Mattos, S. H.; Cruz, G. F. 2000. Determinação da altura de corte do alecrim pimenta. *Horticultura Brasileira*, v. 18, p. 992-993.
- Jeppson, L. R.; Keifer, H. H.; Baker, E. W. 1975. Mites injurious to economic plants. Berkeley, Universidade da California, 641 p.
- Kogan M. & Goeden, R. D. 1970. The host-plant range of *Lema trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of Entomological Society of America*, v. 63, n. 4, p. 1175-1180.
- Lacoste, E.; Chaumont, J. P.; Mandin, D.; Plumel, M. M.; Matos, F. J. A. 1996. Antiseptic properties of the essential oil of *Lippia sidoides* Cham. Application to the cutaneous microflora. *Annales pharmaceutiques françaises*, v. 54, n. 5, p. 228-230.
- Lemos, T. L. G.; Matos, F. J. A.; Alencar, J. W.; Craveiro, A. A.; Clark, A. M.; McChesney, J. D. 1990. Antimicrobial activity of essential oils of Brazilian plants. *Phytotherapy Research*, v. 4, n. 2, p. 82–84.
- Matos, F. J. A. 2000. Plantas Medicinais – Guia de Seleção e Emprego de Plantas Usadas em Fitoterapia no Nordeste do Brasil, 2º ed. Fortaleza, Imprensa Universitária da UFC, 344 p.
- McMurtry, J. A. & Scriven, G. P. 1965. Effects of artificial foods on reproduction and development of four species the of Phytoseiidae mite. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 59, n. 2, p. 267-269.
- Miresmailli, S. & Isman, M. B. 2006. Efficacy and Persistence of Rosemary Oil as an Acaricide Against Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. *Journal of Economic Entomology*, v. 99, n. 6, p. 2015-2023.
- Monteiro, M. V. B.; Leite, A. K. R. M.; Bertini, L. M.; Morais, S. M.; Nunes-Pinheiro, D. C. S. 2007. Topical anti-inflammatory, gastroprotective and antioxidant effects of the essential oil of *Lippia sidoides* Cham. leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 111, n. 2, p. 378–382.
- Nyoni, B. N.; Gorman, K.; Mzilahowa, T.; Williamson, M. S.; Navajas, M.; Field, L. M; Bassb, C. 2011. Pyrethroid resistance in the tomato red spider mite, *Tetranychus evansi*, is associated with mutation of the para-type sodium channel. *Pest Management Science*, v. 67, n. 8, p. 891-897.
- Oliveira, F. P.; Lima, E. O.; Siqueira Júnior, J. P.; Souza, E. L.; Santos, B. H. C.; Barreto, H. M. 2006. Effectiveness of *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) essential oil in inhibiting the growth of *Staphylococcus aureus* strains isolated from clinical material. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 16, n. 4, p. 510-516.
- Oliveira, V. C. S.; Moura, D. M. S.; Lopes, J. A. D.; Andrade, P. P.; Silva, N. H.; Figueiredo, R. C. B. Q. 2009. Effects of essential oils from *Cymbopogon citratus* (DC)

Stapf., *Lippia sidoides* Cham. and *Ocimum gratissimum* L. on growth and ultrastructure of *Leishmania chagasi* Promastigotes. Parasitology Research, v. 104, n. 5, p. 1053-1059.

Pontes, W. J. T.; Oliveira, J. C. G.; Câmara, C. A. G.; Lopes, A. C. H. R.; Gondim Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Barros, R.; Schwartz, M. O. E. 2007a. Chemical composition and acaricidal activity of the leaf and fruit essential oils of *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae). Acta Amazônica, v. 37, n. 1, p. 103- 110.

Pontes, W. J. T.; Oliveira, J. C. S.; Camara, C. A. G.; Lopes, A. C. H. R.; Gondim Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Schwartz, M. O. E. 2007b. Composition and acaricidal activity of the resin's essential oil of *Protium bahianum* Daly against two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). Journal of Essential Oil Research, v. 19, p. 379-383.

Pontes, W. J. T.; Oliveira, J. C. S.; Câmara, C. A. G.; Gondim Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V.; Schwartz, M. O. E. 2007c. Atividade acaricida dos óleos essenciais de folhas e frutos de *Xylopia sericea* sobre o ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch). Química Nova, v. 30, n. 4, p. 838-841.

Potenza, M. R.; Takematsu, A. P.; Jocys, T.; Felício, J. D. F.; Rossi, M. H.; Sakita, M. N. 2005. Avaliação acaricida de produtos naturais para o controle de ácaro vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae). Arquivos do Instituto Biológico, v. 72, n. 4, p. 499-503.

Potenza, M. R.; Gomes, R. C. O.; Jocys, T.; Takematsu, A. P.; Ramos, A. C. O. 2006. Avaliação de produtos naturais para o controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em casa de vegetação. Arquivos do Instituto Biológico, v. 73, n. 4, p. 455-459.

Sato, M. E.; Silva, M. Z.; Silva, R. B.; Souza Filho, M. F.; Raga, A. 2009. monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no estado de São Paulo. Arquivos do Instituto Biológico, v. 76, n. 2, p. 217-223.

Saunyama, I. G. M. & Knapp, M. 2003. Effect of bruning and trellising of tomatoes on red spider mite incidence and crop yield in Zimbabwe. African Crop Science Journal, v. 11, n. 4, p. 269-277.

Viegas Junior., C. 2003. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. Química Nova, v. 26, n. 3, p. 390-400.

Vilela, E.F., 1990. Produtos Naturais no Manejo de Pragas. Anais do Workshop Sobre Produtos Naturais no Controle de Pragas, Doenças e Plantas Daninhas, Jaguariúna.