

TOXICIDADE, EFEITO RESIDUAL E REPELÊNCIA DE ACARICIDAS SINTÉTICOS E  
PRODUTOS NATURAIS SOBRE *Tetranychus urticae* KOCH e *Phytoseiulus macropilis*  
(BANKS), EM ALGODOEIRO

por

ALBERTO BELO ESTEVES FILHO

(Sob Orientação do Professor José Vargas de Oliveira)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos letais e subletais, repelência, toxicidade e efeito residual de acaricidas sintéticos e produtos naturais sobre *Tetranychus urticae* Kock (Acari: Tetranychidae) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). Os acaricidas fenproprina, clorfenapir, diafentiurom, abamectina e espiromesifeno e os óleos emulsionáveis de nim, *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae) (Azadiractina 1% e Azadiractina A/B), *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) e *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) foram estudados. De acordo com as CL<sub>s50</sub> e CL<sub>s90</sub>, espiromesifeno foi o mais tóxico para fêmeas, e *J. curcas* para ovos de *T. urticae*. Os acaricidas que causaram maior efeito adverso para *P. macropilis*, foram espiromesifeno, *J. curcas* e Azadiractina 1%. Espiromesifeno foi o único acaricida nocivo para *P. macropilis*. Quando testados em concentrações subletais, *J. curcas* foi o único capaz de extinguir a população de *T. urticae*. Espiromesifeno, *R. communis* e Azadiractina A/B afetaram, negativamente, o crescimento populacional da praga. A população de *P. macropilis*, quando exposta a espiromesifeno, *J. curcas* e Azadiractina 1%, tendeu à extinção. Porém, quando exposta a *R. communis* e Azadiractina A/B continuou crescendo. Todos os acaricidas, com exceção de *R. communis*, repeliram fêmeas e postura de *T. urticae*. Para o predador, *R. communis*, *J. curcas* e

Azadiractina 1% também repeliram fêmeas e postura. Espiromesifeno e Azadiractina A/B repeliram apenas postura. Em relação à eficiência residual, fenpropratrina, clorfenapir, diafentiurom e abamectina, causaram mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae* superior a 98% até a quarta avaliação. Fenpropratrina, diafentiurom, abamectina e espiromesifeno foram os que mais reduziram a fecundidade. Os produtos naturais foram eficientes para adultos, apenas na primeira avaliação, enquanto a redução de postura variou. Todos os acaricidas testados foram eficientes no controle de *T. urticae*, entretanto, Azadiractina A/B foi o mais promissor para o seu manejo no agroecossistema algodoeiro, pois, foi o menos nocivo para o predador.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acari, controle químico, efeitos letal e subletal, controle alternativo, efeito repelente, eficiência residual.

TOXICITY, RESIDUAL EFFECT AND REPELLENCY OF SYNTHETIC ACARICIDES AND  
NATURAL PRODUCTS ON *Tetranychus urticae* KOCH e *Phytoseiulus macropilis* (BANKS)  
IN COTTON

by

ALBERTO BELO ESTEVES FILHO

(Under the Direction of Professor José Vargas de Oliveira)

ABSTRACT

This work studied the lethal and sublethal effects, repellency, toxicity and residual effects of natural and synthetic acaricides on the two spotted mite, *Tetranychus urticae* Kock (Acari: Tetranychidae), and its predator, *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae). The synthetic acaricides fenpropathrin, chlorfenapyr, diafenthiuron, abamectin and spiromesifen and the botanicals oils of neem, *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), Azadirachtin 1% and Azadirachtin A/B, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) and *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) were tested. Based on LC<sub>50s</sub> e LC<sub>90s</sub>, spiromesifen was the most toxic to female mites and *J. curcas* to *T. urticae* eggs. To *P. macropilis*, the acaricides that caused more adverse effects were spiromesifen, *J. curcas* and Azadirachtin 1%. Oil of *J. curcas* used at sublethal concentrations was the only able to extinguish the population of *T. urticae*. Spiromesifen, *R. communis* and Azadirachtin A/B affected negatively the growth population of the two spotted spider mite. Population of *P. macropilis* exposed to spiromesifen, oil of *J. curcas*, and Azadirachtin 1% trended to extinction. However, when exposed to oil of *R. communis* and Azadirachtin A/B continued to grow. All acaricides tested, except oil of *R. communis*, were repellent to *T. urticae* females and affected oviposition of *T. urticae*. The treatment with oil of *R. communis*, *J. curcas*,

and Azadiracthin 1% were repellent to the predatory female mites and affected its oviposition. The residual effect of fenpropathrin, chlorfenapyr, diafenthiuron, and abamectin caused mortality to *T. urticae* female over 90% up to the fourth evaluation. Fenpropathrin, diafenthiuron, abamectin, and spiromesifen caused reduction on female fecundity. The natural products tested were efficacious to two spotted spider mite adults only during the first evaluation. All tested acaricides exhibited efficacious control of *T. urticae*, but among the tested products the Azadiracthin A/B produced promising results to mite control in cotton ecosystem and was less harmful to the predatory mite.

**KEY WORDS:** Acari, chemical control, lethal and sublethal effects, alternative control, repellent effect, residual performance.

TOXICIDADE, EFEITO RESIDUAL E REPELÊNCIA DE ACARICIDAS SINTÉTICOS E  
PRODUTOS NATURAIS SOBRE *Tetranychus urticae* KOCH e *Phytoseiulus macropilis*  
(BANKS), EM ALGODOEIRO

por

ALBERTO BELO ESTEVES FILHO

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

RECIFE - PE

Fevereiro – 2012

TOXICIDADE, EFEITO RESIDUAL E REPELÊNCIA DE ACARICIDAS SINTÉTICOS E  
PRODUTOS NATURAIS SOBRE *Tetranychus urticae* KOCH e *Phytoseiulus macropilis*  
(BANKS), EM ALGODOEIRO

por

ALBERTO BELO ESTEVES FILHO

Comitê de Orientação:

José Vargas de Oliveira – UFRPE

Jorge Braz Torres – UFRPE

Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira - UAST/UFRPE

TOXICIDADE, EFEITO RESIDUAL E REPELÊNCIA DE ACARICIDAS SINTÉTICOS E  
PRODUTOS NATURAIS SOBRE *Tetranychus urticae* KOCH e *Phytoseiulus macropilis*  
(BANKS), EM ALGODOEIRO

por

ALBERTO BELO ESTEVES FILHO

Orientador: \_\_\_\_\_  
José Vargas de Oliveira – UFRPE

Examinadores: \_\_\_\_\_  
Cláudia H. C. Matos de Oliveira – UAST/UFRPE

\_\_\_\_\_  
Fábio Aquino de Albuquerque – EMBRAPA Algodão

\_\_\_\_\_  
Valéria Wanderley Teixeira - UFRPE

\_\_\_\_\_  
Auristela Correia de Albuquerque - UFRPE

À minha esposa,  
Sthefania R. de Castro Esteves.

**Ofereço.**

Aos meus pais,  
Alberto Belo Esteves e  
Sônia Maria de Oliveira Esteves.

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelo Dom da vida e por me conceder a oportunidade de concluir mais esta etapa em minha vida.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola (PPGEA), pela oportunidade de realização do curso.

À FACEPE/CAPES pelo suporte financeiro durante a realização do curso.

À minha esposa, Sthefania Rocha de Castro Esteves, pelo amor, compreensão, paciência, ajuda e respeito durante todos estes anos. Te amo.

Aos meus pais Alberto Belo Esteves e Sônia Maria de Oliveira Esteves, por me amarem sem medidas. Por me fazerem quem eu sou.

À minhas irmãs Raquel e Vanessa, e ao meu sobrinho Leonardo Filho, pelo incentivo e por me amarem.

Aos meus afilhados Camilla, Matheus e Arthur. Presentes de Deus para mim.

À minha avó Cleonice Vera-Cruz, por me amar intensamente.

Aos meus tios, primos, cunhados, sogros, enfim a toda minha família, por todo apoio e carinho.

Ao professor José Vargas de Oliveira, que antes de ser orientador, é um grande amigo. Pelo respeito, orientação, paciência, confiança e ensinamentos humorísticos. Pessoa fundamental na minha vida científica.

Aos meus co-orientadores Profs. Jorge Braz Torres e Cláudia Helena Cysneiros Matos, pelas valiosas sugestões, orientações e amizade.

A todos os professores do PPGEA, por contribuírem para o meu crescimento profissional e pessoal e pela amizade.

Aos amigos do Grupo Entomófilo, pelas conquistas profissionais realizadas através dos Festivais Vida de Inseto e dos Simpósios de Entomologia Aplicada – SENA. Além das brincadeiras e momentos de descontração.

Aos amigos do Laboratório de Entomologia Agrícola Mariana, Alicely, Solange, Lígia, Nívea, Alice, Walkíria, Mauricéa, Cynara, Sérgio, Douglas, Bárbara, Nane e Carol. Minha segunda família, pelos bons momentos compartilhados durante este meu longo tempo por aí.

Aos funcionários da área de Fitossanidade Darcy, Ariéla, Romildo e Luiz pela amizade e por sempre estarem solícitos.

À professora Jarcilene Cortez (UFPE) e à fazenda Tamanduá, Patos-PB, pela disponibilidade dos óleos de mamona e pinhão-manso.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma, direta ou indireta, para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS .....	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO .....	01
LITERATURA CITADA.....	08
2 TOXICIDADE DE ACARICIDAS SINTÉTICOS E PRODUTOS NATURAIS PARA <i>Tetranychus urticae</i> KOCH E COMPATIBILIDADE COM <i>Phytoseiulus macropilis</i> (BANKS).....	14
RESUMO .....	15
ABSTRACT .....	16
INTRODUÇÃO .....	17
MATERIAL E MÉTODOS .....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
AGRADECIMENTOS.....	27
LITERATURA CITADA.....	28
3 EFEITO DE CONCENTRAÇÕES SUBLETAIS E REPELÊNCIA DE ESPIROMESIFENO E PRODUTOS NATURAIS SOBRE <i>Tetranychus urticae</i> KOCH E <i>Phytoseiulus macropilis</i> (BANKS) .....	35
RESUMO .....	36
ABSTRACT .....	37
INTRODUÇÃO .....	39

MATERIAL E MÉTODOS .....	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	44
AGRADECIMENTOS.....	49
LITERATURA CITADA.....	49
4 EFICIÊNCIA RESIDUAL DE ACARICIDAS SINTÉTICOS E PRODUTOS	
NATURAIS PARA <i>Tetranychus urticae</i> KOCH, EM ALGODOEIRO .....	57
RESUMO .....	58
ABSTRACT .....	59
INTRODUÇÃO .....	60
MATERIAL E MÉTODOS .....	61
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	63
AGRADECIMENTOS.....	67
LITERATURA CITADA.....	67

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores do mundo no setor do agronegócio, o qual corresponde a 28% do produto interno bruto do país, responsável por mais de 16,4 milhões de empregos diretos e indiretos (USDA 2011). Dentro desta perspectiva, a cadeia produtiva do algodão (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch) contribui, consideravelmente, com o Brasil figurando como o quinto produtor mundial desde a safra 2007/2008 até a de 2011/2012; perde somente para a China, Índia, Estados Unidos e Paquistão (Cotton Incorporated 2011), mas se destaca como o terceiro maior exportador no mundo (MAPA 2011). Apesar disso, a produção nacional não atende à demanda por fibra de algodão da indústria brasileira, tornando o produto uma importante fonte de relação de mercado, mas o submete a variações de preços internacionais.

Em 2011, a área cultivada de algodão no Brasil foi de 1,4 milhões de hectares, com produção de 3.225,5 mil toneladas e produtividade de 2.303,0 kg/ha de algodão em caroço (CONAB 2011). Os principais Estados produtores do Brasil foram Mato Grosso, Bahia, Goiás e Mato Grosso do Sul. Os dois primeiros, com lavouras altamente tecnificadas, foram responsáveis por 82% da produção nacional (MAPA 2011). O Centro-Oeste e o Nordeste com áreas plantadas de 893,5 e 450,5 mil ha, respectivamente, constituem as principais regiões produtoras (CONAB 2011). Pernambuco situou-se como o 15º Estado produtor nacional, respondendo por apenas 0,01% da produção, gerada, basicamente, através da agricultura familiar, bem como em todo o semiárido nordestino (Beltrão 2006, CONAB 2011).

No Brasil, cerca de 30 espécies de artrópodes são consideradas pragas do algodoeiro (Pereira *et al.* 2006), destacando-se, o ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari:

Tetranychidae), como uma das mais importantes, bem como para diversas culturas de importância econômica no mundo (Hoy 2011). Sua ocorrência é citada em mais de 1.100 espécies de plantas pertencentes a 140 famílias botânicas (Grbic *et al.* 2011).

O status de praga advém de sua alimentação, decorrente da introdução dos estiletes no tecido vegetal, sugando o conteúdo celular extravasado (Moraes & Flechtmann 2008). Além disso, inocula toxinas e reguladores de crescimento (Flechtmann 1985). Plantas de algodoeiro infestadas apresentam-se, inicialmente, com machas cloróticas na face superior, correspondente à localização das colônias na sua face inferior, que posteriormente se tornam avermelhadas, necróticas, ocasionando queda precoce das folhas, redução na produtividade e nas características das fibras (Jepson *et al.* 1975, Oliveira & Calcagnolo 1975, Gondim Júnior & Oliveira 2001, Moraes & Flechtmann 2008).

Silva *et al.* (1985a) estudaram a biologia comparada de *T. urticae* nos cultivares de algodoeiro IAC-17, IAC-18 e IAC-19, à temperatura entre 24 e 26 °C, umidade relativa entre 52,0 e 62,0% e fotofase de 14 horas. Observaram que não houve influência dos cultivares na duração das fases imaturas, no período de pré-oviposição e fecundidade, porém o cultivar IAC-19 foi o menos adequado ao seu desenvolvimento, uma vez que proporcionou uma menor viabilidade do período de ovo a adulto, menor duração para o período de postura e menor longevidade de fêmeas. Outros estudos desenvolvidos por Silva *et al.* (1985b) com os mesmos cultivares mostraram, também, que os ácaros criados no cultivar IAC-19 apresentaram uma menor sobrevivência e uma menor taxa líquida de reprodução.

Recentemente, o plantio de algodão geneticamente modificado no Brasil para resistência a insetos foi tido como uma incógnita, quanto ao ácaro rajado. Estudos mostraram que o ácaro acumula em seu corpo uma grande quantidade da toxina produzida pela planta (Torres *et al.* 2006). Assim, Esteves Filho *et al.* (2010) avaliaram se a exposição à toxina Cry1Ac produzida

pelo algodoeiro Bollgard<sup>TM</sup> afetaria o desenvolvimento e a reprodução de *T. urticae*, durante três gerações sucessivas, e se o mesmo apresentaria alterações comportamentais de preferência alimentar e postura em algodoeiro Bt e não-Bt. Os autores concluíram que na média das três gerações o ácaro apresentou desempenho similar nos algodões Bt e não-Bt. Nos testes de preferência alimentar e de postura, não houve diferença entre os tratamentos Bt e não-Bt. Da mesma forma, não houve diferença nas combinações de livre escolha entre os algodoeiros não-Bt vs não-Bt; Bt vs Bt; Bt vs não-Bt.

Chiavegato (1972) verificou que *T. urticae* tem preferência pela região mediana da planta de algodoeiro, seguida pelas regiões do baixeiro e ponteiro. Temperaturas elevadas e baixa umidade relativa favorecem o seu desenvolvimento populacional, enquanto que chuvas abundantes contribuem para a redução da infestação. O estado nutricional da planta hospedeira também interferiu na sua biologia e dinâmica populacional (Maia & Busoli 1992).

O controle de *T. urticae* nas diferentes plantas hospedeiras, geralmente é feito com o uso de inseticidas/acaricidas sintéticos ou produtos naturais, de maneira isolada ou em programas de manejo integrado de pragas. No Brasil existem 48 acaricidas comerciais registrados para o controle de *T. urticae* em algodoeiro (AGROFIT 2011). Entretanto, a escolha e o manejo inadequados dos acaricidas têm proporcionado a seleção de populações de *T. urticae* resistentes, além dos fenômenos de ressurgência e surtos de pragas secundárias (Martinez-Villar *et al.* 2005, Sato *et al.* 2005, Sato *et al.* 2007). Uma das causas de ressurgência de ácaros tetraniquídeos é a exposição à piretróides sintéticos, pelo fato de não serem seletivos, repelir ácaros da família Phytoseiidae e outros predadores, inibir o ataque por fungos e afetar outros fitófagos competidores (Gerson & Cohen 1989).

Acaricidas sintéticos de classes distintas têm sido eficientes no controle de *T. urticae*, como o dicofol (Stark *et al.* 1997, Stark & Banken 1999), bifenthrina (Martins *et al.* 1990, Yang *et al.*

2001), propargite (Kabir & Chapman 1997), diafentiuron e abamectina (Aguiar *et al.* 1993), fenproprina, etoxazole e propargite (Ashley *et al.* 2006), spirodiclofen (Marcic 2007) e tetradifon (Esteves Filho *et al.* 2008). Os acaricidas tebufenpyrad (Marcic 2005), fenpyroximate e pyridaben (Kim *et al.* 2006) e spirodiclofen (Marcic 2007) afetaram, negativamente, a viabilidade de ovos, imaturos e adultos de *T. urticae*, devido a efeitos subletais. Stumpf & Nauen (2001) afirmaram que o maior problema associado ao controle químico de *T. urticae*, é o seu elevado potencial reprodutivo e ciclo de vida curto, pois favorecem o rápido desenvolvimento de resistência à acaricidas.

Diversos óleos essenciais e extratos de plantas vêm sendo avaliados com sucesso no controle de formas imaturas e adultas de *T. urticae*, atuando por ingestão, contato e fumigação. O nim (*Azadirachta indica* A. Juss), pela sua eficiência, baixa toxicidade e por afetar a biologia e o comportamento de pragas, além da seletividade a diversos inimigos naturais, tem sido uma das mais testadas (Castagnoli *et al.* 2002, Castiglioni *et al.* 2002, Mourão *et al.* 2004, Martinez-Villar *et al.* 2005, Brito *et al.* 2006). O óleo essencial de *Rosemarinus officinalis* L. foi eficiente no controle da praga e não afetou a população do ácaro predador, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot na cultura do tomate, em casa-de-vegetação (Miresmailli & Isman 2006). Extratos etanólicos de folhas de espécies de *Croton* causaram mortalidade e repelência em *T. urticae* (Pontes *et al.* 2011).

Segundo Degrande *et al.* (2002), os inimigos naturais (predadores, parasitóides e patógenos) são organismos responsáveis pela manutenção do equilíbrio dinâmico das populações de pragas nos ecossistemas. Para que os programas de manejo integrado de pragas tenham sucesso é imprescindível que os produtos químicos apresentem seletividade, ou seja, não afetem os organismos benéficos, e os testes sejam feitos, mediante procedimentos padronizados.

Há dois tipos de seletividade: (a) fisiológica, quando o inimigo natural é mais tolerante do que a praga a uma mesma concentração do agrotóxico utilizada, devido à redução de absorção do produto químico através do tegumento ou pelo aumento da degradação da substância tóxica pelo seu sistema enzimático; e (b) ecológica, quando a estratégia de aplicação do agrotóxico seleciona o inimigo natural no agroecossistema, devido às diferenças de comportamento deste em relação à praga (Degrande *et al.* 2002, Foerster 2002).

O uso de produtos seletivos contribui para a conservação e o aumento populacional de ácaros predadores nativos, sendo os fitoseídeos considerados os mais promissores no controle de tetraniquídeos (McMurtry & Croft 1997), que podem tornar a exploração agrícola menos onerosa pela redução do número de aplicações de agrotóxicos. Esse fato tem intensificado a procura de produtos menos tóxicos aos inimigos naturais (Silva *et al.* 2006).

As substâncias de origem vegetal podem ser uma fonte alternativa de produtos naturais para o controle de *T. urticae* em culturas no campo ou em ambiente protegido. Esses produtos, geralmente, apresentam efeitos sobre ovos, larvas, protoninfas, deutoninfas e adultos, atuando por contato, ingestão e fumigação. No entanto, é de importância primordial que sejam avaliados os seus efeitos sobre os ácaros predadores, principalmente os fitoseídeos, devido à sua ação comprovada como reguladores das populações de ácaros fitófagos (Miresmailli & Isman 2006). Extratos de folhas e de sementes de nim foram pouco tóxicos para o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, em relação ao extrato do óleo da torta, que apresentou alta toxicidade (Mourão *et al.* 2004). Choi *et al.* (2004) verificaram que os óleos de *Carum carvi* L. (Apiaceae), *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle (Gramineae), *Eucalyptus citriodora* Hook (Myrtaceae), *Mentha pulegium* L. (Lamiaceae), *Mentha piperita* L. (Lamiaceae), *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae), *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) não foram seletivos para adultos do predador *P. persimilis*, em testes de fumigação. O Natuneem não afetou a viabilidade de ovos, foi seletivo

para fêmeas adultas dos predadores *Euseius alatus* De Leon e *Phytoseiulus macropilis* Banks e não provocou efeito repelente (Brito *et al.* 2006).

Estudos sobre a seletividade de inseticidas-acaricidas sintéticos, também, são de grande relevância. De acordo com Fragoso *et al.* (2002), os inseticidas etion, paration metílico e dissulfoton foram seletivos para *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, predador dos ácaros *Oligonychus ilicis* (McGregor) e *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) em agroecossistema cafeeiro. Os acaricidas propargite e fenpiroximate foram os mais promissores para programas de manejo de ácaros em morangueiro, pelo fato de apresentarem elevada toxicidade a *T. urticae* e alta seletividade a *Neoseiulus californicus* McGregor, quando utilizados nas concentrações recomendadas (Sato *et al.* 2002). Os acaricidas dicofol, endosulfan e fenbutatin-oxide foram seletivos a *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus annonymus* (Chant & Baker) (Ferla & Moraes 2006). Reis & Sousa (2001) estudaram os efeitos residual de contato, ovicida e persistência dos acaricidas chlorfenapyr e fenbutation-oxide sobre os ácaros predadores *I. zuluagai* e *Euseius alatus*. De acordo com os resultados, fenbutation-oxide foi inócuo e de baixa persistência para *I. zuluagai* e levemente nocivo e de baixa persistência para *E. alatus*; chlorfenapyr não foi seletivo para os predadores, mas apresentou de baixa a moderada persistência, dependendo da concentração utilizada.

Além dos efeitos letais dos agrotóxicos, mediante a avaliação das doses/concentrações  $DL_{50}$  e  $CL_{50}$ , respectivamente, sobre artrópodes, tem sido, também, investigado os efeitos subletais. Os inimigos naturais, quando expostos à doses reduzidas de agrotóxicos, podem apresentar alterações na biologia e comportamento, como exemplos, na fecundidade, longevidade, taxa de desenvolvimento e razão sexual, bem como na capacidade de busca, mobilidade e modificações no comportamento reprodutivo e alimentar (Foerster 2002). Algumas espécies de inimigos naturais e de pragas podem ser estimuladas, quando submetidas a doses subletais de agrotóxicos.

O fenômeno da estimulação reprodutiva, devido a doses subletais, é conhecido como hormoligose (Luckey 1968). O predador *Amblyseius victoriensis* (Womersley), quando submetido a doses subletais de imidacloprid, aumentou a produção de ovos e o desenvolvimento da população (James 1997). Efeitos adversos causados por spirodiclofen na sobrevivência e fecundidade dos predadores *Typhlodromus pyri* Scheuten, *Zetzellia mali* (Ewing), *Neoseiulus fallacis* (Garman), *E. alatus* e *Amblyseius womersleyi* Schicha foram observados (Cheon *et al.* 2007). Outros trabalhos investigaram os efeitos subletais de acaricidas sobre os parâmetros biológicos de ácaros fitoseídeos (Ibrahim & Yee 2000; Hamed *et al.* 2010; Hamed *et al.* 2011). A habilidade de ácaros predadores localizarem suas presas deve ser considerada em estudos com concentrações subletais de agrotóxicos, pois estas podem afetar negativamente esta capacidade nos predadores (Teodoro *et al.* 2009).

O predador, *P. macropilis*, tem sido encontrado, freqüentemente, em estudos de diversidade de ácaros, associado a fruteiras (Reis *et al.* 2000, Vasconcelos *et al.* 2006), além de ser observado alimentando-se de *T. urticae* em morangueiro (Ferla *et al.* 2007) e pepino (Watanabe *et al.* 1994). *P. macropilis*, tendo como presa *T. urticae* em algodoeiro Bt e não-Bt, não foi afetado, em relação à duração dos estágios de desenvolvimento, fecundidade total, viabilidade de ovos, razão sexual e sobrevivência dos adultos. Também, quando submetido às diferentes combinações de escolha entre os algodoeiros Bt e não-Bt, não demonstrou alterações quanto à preferência alimentar, taxa de oviposição e taxa de predação, evidenciando que pode ser utilizado no manejo de *T. urticae* em algodoeiro (Esteves Filho *et al.* 2010), apresentando condições para ser usado no controle dessa praga em algodoeiro.

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos letais e subletais, repelência, toxicidade e efeito residual de acaricidas sintéticos e produtos naturais sobre o ácaro rajado, *T. urticae*, e seu predador, *P. macropilis*.

## Literatura Citada

- AGROFIT (Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários). 2011.** Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso: 10/12/2012.
- Aguiar, E.L., G.A. Carvalho, E.B. Menezes & C.A. Machado. 1993.** Eficiência do acaricida-inseticida diafenthiuron no controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch) em roseira. An. Soc. Entomol. Bras. 22: 577-582.
- Ashley, J.L., D.A. Herbert, E.E. Lewis, C.C. Brewster & R. Huckaba. 2006.** Toxicity of three acaricides to *Tetranychus urticae* (Tetranychidae: Acari) and *Orius insidiosus* (Anthocoridae: Hemiptera). J. Econ. Entomol. 99: 54-59.
- Beltrão, N.E.M. 2006.** Cultivo do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar. Embrapa Algodão. Sistemas de Produção, 1 - 2a. edição. ISSN 1678-8710. Versão Eletrônica. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar\\_2ed/index.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/index.html). Acesso: 01/12/2011.
- Brito, H.M., M.G.C. Gondim Junior, J.V. Oliveira & C.A.G. Câmara. 2006.** Toxicidade de Natuneen sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. Cienc. Agrotec. 30: 685-691.
- Castagnoli, M., G. Angeli, M. Liguori, D. Forti & S. Simoni. 2002.** Side effects of botanical insecticides on predatory mite *Amblyseius andersoni* (Chant). J. Pest Sci. 75: 122-127.
- Castiglioni, E., J.D. Vendamim & M.A. Tamai. 2002.** Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de meliáceas sobre *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari, Tetranychidae). Agrociência 6: 75-82.
- Cheon, G.S., C.H. Paik, G.H. Lee & S.S. Kim. 2007.** Toxicity of spirodiclofen to the predatory mite, *Amblyseius wowersleyi* (Acari: Phytoseiidae), and its prey, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). J. Entomol. Sci. 42: 44-51.
- Chiavegato, L.G. 1972.** Ácaros da cultura algodoeira. Instituto Agrônomo. São Paulo, 28p. (Circular 17).
- Choi, W.I., S.G. Lee, H.M. Park & Y.J. Ahn. 2004.** Toxicity of plant oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). J. Econ. Entomol. 97: 553-558.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) 2011.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>. Acesso: 01/12/2011
- Cotton Incorporated. 2011.** Disponível em: <http://www.cottoninc.com/MarketInformation/MonthlyEconomicLetter/>. Acesso em: 02/12/2012.

- Degrande, P.E., P.R. Reis, G.A. Carvalho & L.C. Belarmino. 2002.** Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais, p. 71-93. In Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 609p.
- Esteves Filho, A.B., J.V. Oliveira & M.G.C. Gondim Júnior. 2008.** Toxicidade de acaricidas sobre diferentes estágios de vida de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Mamoeiro. BioAssay 3: 1-6.
- Esteves Filho, A.B., J.V. de Oliveira, J.B. Torres & M.G.C. Gondim Jr. 2010.** Biologia comparada e comportamento de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em algodoeiro Bollgard™ e isolinha não-transgênica. Neotrop. Entomol. 39:338-344.
- Ferla N.J., M.M. Marchetti & D. Gonçalves. 2007.** Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp, Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. Biota Neotrop. 7: 1-8.
- Ferla, N.J. & G.J. Moraes. 2006.** Seletividade de acaricidas e inseticidas a ácaros predadores (Acari: Phytoseiidae) encontrados em seringueira no Centro-Oeste do Brasil. Cienc. Rural 36: 357-362.
- Flechtmann, C.H.W. 1985.** Ácaros de importância agrícola. São Paulo, Nobel, 189p.
- Foerster, L.A. 2002.** Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides, p. 95-114. In Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 609p.
- Fragoso, D.B., P. Jusselino Filho, A. Pallini & C.A. Badji. 2002.** Ação de inseticidas organofosforados utilizados no controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) sobre o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). Neotrop. Entomol. 31: 463-467.
- Gerson, U., & E. Cohen. 1989.** Resurgences of spider mites (Acari: Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. Exp. Appl. Acarol. 6: 29-46.
- Gondim Júnior, M.G.C. & J.V. Oliveira. 2001.** Ácaros de fruteiras tropicais: importância econômica, identificação e controle, p. 311-349. In Michereff, S.J & R. Barros (eds.), Proteção de plantas na agricultura sustentável. Recife, UFRPE, 368p.
- Grbic, M., T.V. Leeuwen, R.M. Clark, S. Rombauts, P. Rouze, V. Grbic, E.J. Osborne, W. Dermauw, P.C.T. Ngoc, F. Ortego, P. Hernández-Crespo, I. Diaz, M. Martinez, M. Navajas, E. Sucena, S. Magalhães, L. Nagy, R.M. Pace, S. Djuranovic, G. Smagghe, M. Iga, O. Christiaens, J.A. Veenstra, J. Ewer, R.M. Villalobos, J.L. Hutter, S.D. Hudson, M. Velez, S.V. Yi, J. Zeng, A. P. da Silva, F. Roch, M. Cazaux, M. Navarro, V. Zhurov, G. Acevedo, A. Bjelica, J.A. Fawcett, E. Bonnet, C. Martens, G. Baele, L. Wissler, A. Sanchez-Rodriguez, L. Tirry, C. Blais, K. Demeestere, S.R. Henz, T.R. Gregory, J.**

- Mathieu, L. Verdon, L. Farinelli, J. Schmutz, E. Lindquist, R. Feyereisen & Y.V. de Peer. 2011.** The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature* 479: 487-492.
- Hamedi, N., Y. Fathipour & M. Saber. 2010.** Sublethal effects of fenpyroximate on life table parameters of the predatory mite *Phytoseius plumifer*. *BioControl* 55:271–278.
- Hamedi, N., Y. Fathipour & M. Saber. 2011.** Sublethal effects of abamectin on the biological performance of the predatory mite, *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 53: 29-40.
- Hoy, M.A. 2011.** Agricultural acarology: Introduction to integrated mite management. Boca Raton, CRC Press, 410p.
- Ibrahim, Y.B. & T.S. Yee. 2000.** Influence of sublethal exposure to abamectin on the biological performance of *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* 93: 1085-1089.
- James, D.G. 1997.** Imidacloprid increase egg production in *Amblyseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 21: 75-82.
- Jepson, L.R., H.H. Keifer & E.W. Baker. 1975.** Mites injurious to economic plants. California, University of California Press, 614p.
- Kabir, K.H., R.B. Chapman. 1997.** Operational and biological factors influencing responses of spider mites (Acari: Tetranychidae) to propargite by using the petri dish-potter tower method. *J. Econ. Entomol.* 90: 272-277.
- Kim, M., C. Sim, D. Shin, E. Suh & K. Cho. 2006.** Residual and sublethal effects of fenpyroximate and pyridaben on the instantaneous rate of increase of *Tetranychus urticae*. *Crop Prot.* 25: 542–548.
- Luckey, T.D. 1968.** Insecticide hormoligosis. *J. Econ. Entomol.* 61: 7-12.B
- Maia, I.G. & A.C. Bussoli. 1992.** Efeito de doses e fontes de nitrogênio sobre a fecundidade de *Tetranychus (T.) urticae* Kock em algodoeiro cv. IAC 20 (*Gossypium hirsutum* L.). *An. Soc. Entomol. Brasil* 21: 347-356.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) 2011.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao>. Acesso: 04/12/2011.
- Marcic, M. 2005.** Sublethal effects of tebufenpyrad on the eggs and immatures of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Exp. Appl. Acarol.* 36: 177-185.
- Marcic, M. 2007.** Sublethal effects of spiroadiclofen on life history and life-table parameters of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Exp. Appl. Acarol.* 42: 121-129.

- Martinez-Villar, E., F.J. Sáenz-de-Cabesón, F. Moreno-Grijalba, V. Marco & I. Pérez-Moreno. 2005.** Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Exp. Appl. Acarol. 35: 215-222.
- Martins, J.C., L.A. Moreira & J.G. Chudzik Filho. 1990.** Controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) através de formulações ED e CE, na cultura do algodão. An. Soc. Entomol. Brasil. 19: 43-49.
- McMurtry, J.A. & B.A. Croft. 1997.** Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annu. Rev. Entomol. 42: 291-321.
- Miresmailli, S. & M.B. Isman. 2006.** Efficacy and persistence of Rosemary oil as acaricide against twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. J. Econ. Entomol. 99: 2015-2023.
- Moraes, G.J. & C.H.W. Flechtmann. 2008.** Manual de acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Editora Holos, 308p.
- Mourão, S.A., J.C.T. Silva, R.N.C. Guedes, M. Venzon, G.N. Jham., C.L. Oliveira & J.C. Zanuncio. 2004.** Seletividade de extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). Neotrop. Entomol. 33: 613-617.
- Oliveira, C. A. L., & G. Calcagnolo. 1975.** Ação do ácaro "rajado" *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) na depreciação quantitativa da produção algodoeiro. O Biológico 41: 307-327.
- Pereira, M.J.B., F.A. Albuquerque & C.S. Bastos. 2006.** Pragas do algodoeiro: identificação, biologia e sintomas de ataque. Rev. Bras. Ol. Fibras. 10: 1073-1117.
- Pontes, W.J.T., J.C.G. Oliveira, C.A.G. Câmara, C.P.O. Assis, J.V. Oliveira, M.G.C. Gondin Júnior & R. Barros. 2011.** Effects of the Ethanol Extracts of Leaves and Branches from Four Species of the Genus *Croton* on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). BioAssay 6: 1-5.
- Reis, P.R. & E.O. Sousa. 2001.** Seletividade de chlorfenapyr e fenbutatin-oxide sobre duas espécies de ácaros predadores (Acari: Phytoseiidae) em citros. Rev. Bras. Frutic. 23: 584-588.
- Reis, P.R., L.G. Chiavegato, E.B. Alves & E.O. Sousa. 2000.** Ácaros da Família Phytoseiidae Associados aos Citros no Município de Lavras, Sul de Minas Gerais. An. Soc. Entomol. Brasil 29: 95-104.
- Sato, M.E., M. Silva, L.R. Gonçalves, M.F. Souza Filho & A. Raga. 2002.** Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro Neotrop. Entomol. 31: 449-456.

- Sato, M.E., M.Z. Silva, A. Raga & M.F. Souza Filho. 2005.** Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotrop. Entomol.* 34: 991-998.
- Sato, M.E., M.Z. Silva, K.G. Cangani & A. Raga. 2007.** Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. *Bragantia* 66: 89-95.
- Silva, F.R., G.J.N. Vasconcelos, M.G.C. Gondim Junior & J.V. Oliveira. 2006.** Toxicidade de acaricidas para ovos e fêmeas adultas de *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae). *Caatinga* 19: 294-303.
- Silva, M. A., J. R. P. Parra & L.G. Chiavegato. 1985a.** Biologia comparada de *Tetranychus urticae* em cultivares de algodoeiro. I Ciclo biológico. *Pesqu. Agropec. Bras.* 20: 741-748.
- Silva, M.A., J.R.P. Parra & L.G. Chiavegato. 1985b.** Biologia comparada de *Tetranychus urticae* em cultivares de algodoeiro. II Tabela de vida de fertilidade. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 20: 1015-1019.
- Stark, J.D. & J.A.O. Banken. 1999.** Importance of population structure at the time of toxicant exposure. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 42: 282-287.
- Stark, J.D., L. Tanigoshi, M. Bounfour & A. Antonelli. 1997.** Reproductive: Its influence on the susceptibility of a species to pesticides. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 37: 273-279.
- Stumpf, N. & R. Nauen. 2001.** Cross-Resistance, Inheritance, and Biochemistry of Mitochondrial Electron Transport Inhibitor-Acaricide Resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 94: 1577-1583.
- Teodoro, A.V., A. Pallini & C. Oliveira. 2009.** Sub-lethal effects of fenbutatin oxide on prey location by the predatory mite *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 47: 293-299.
- Torres, J.B., J.R. Ruberson & M.J. Adang. 2006.** Expression of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac protein in cotton plants, acquisition by pests and predators: a tritrophic analysis. *Agric. For. Entomol.* 8: 191-202.
- USDA (United States Department of agriculture) 2011.** Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/Briefing/Brazil/>. Acesso: 02/12/2012.
- Vasconcelos, G.J.N., F.R. da Silva, D.G.F. Barbosa, M.G.C. Gondim Jr. & G.J. de Moraes. 2006.** Diversidade de fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) em fruteiras tropicais no estado de Pernambuco, Brasil. *Magistra* 18: 90-101.
- Watanabe M.A, G.J. Moraes, I. Gastaldo Jr. & G. Nicolella. 1994.** Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. *Sci. Agric.* 51: 75-81.

**Yang, X., D.C. Margolies, K.Y. Zhu & L.L. Buschman. 2001.** Host plant-induced changes in detoxification enzymes and susceptibility to pesticides in the twospotted mite (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 94: 381-387.

## CAPÍTULO 2

### TOXICIDADE DE ACARICIDAS SINTÉTICOS E PRODUTOS NATURAIS PARA *Tetranychus urticae* KOCH E COMPATIBILIDADE COM *Phytoseiulus macropilis* (BANKS)<sup>1</sup>

ALBERTO B. ESTEVES FILHO<sup>2</sup>, JOSÉ V. OLIVEIRA<sup>2</sup>, JORGE B. TORRES<sup>2</sup> E CLÁUDIA H. C. MATOS<sup>3</sup>

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia-Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av.

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

<sup>3</sup>Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Fazenda Saco, s/n. Caixa Postal 063. Serra  
Talhada, PE.

---

<sup>1</sup>Esteves Filho, A.B., J.V. Oliveira, J.B. Torres & C.H.C. Matos. Toxicidade de acaricidas sintéticos e produtos naturais para *Tetranychus urticae* Koch e compatibilidade com *Phytoseiulus macropilis* (Banks). A ser submetido.

RESUMO - O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) é uma importante praga do algodoeiro por ocasionar perdas na produção e na qualidade da fibra. Assim, este trabalho se propôs a avaliar a toxicidade de acaricidas sintéticos e produtos naturais para *T. urticae* e a compatibilidade com o seu predador *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). Os acaricidas sintéticos fenpropatrina, clorfenapir, diafentiurom, abamectina e espiromesifeno, e os óleos emulsionáveis, Azadiractina A/B, Azadiractina 1%, *Jatropha curcas* L. e *Ricinus communis* L. foram investigados utilizando-se a técnica de imersão de discos de folha de algodão nas caldas dos produtos. As mortalidades de fêmeas e ovos de *T. urticae* foram avaliadas após 48 e 96 h da aplicação em diferentes concentrações para o cálculo das concentrações letais. Com base nas  $CL_{50}$  para *T. urticae*, estudou-se o efeito sobre *P. macropilis*. Todos os acaricidas testados foram eficientes no controle de fêmeas e ovos de *T. urticae*. Entretanto, de acordo com as  $CL_{50}$  e  $CL_{90}$ , o acaricida espiromesifeno foi o mais tóxico para fêmeas e o óleo de *J. curcas* o mais tóxico para ovos. Os acaricidas espiromesifeno, óleos de *J. curcas* e Azadiractina 1% causaram efeito adverso para *P. macropilis*. No entanto, espiromesifeno foi o único classificado como nocivo para o predador, enquanto os óleos de *R. communis* e Azadiractina A/B foram levemente nocivos. Os acaricidas *R. communis* e Azadiractina A/B são eficientes no controle do ácaro rajado e promissores para o manejo desta praga no algodoeiro considerando sua baixa toxicidade para o predador.

PALAVRAS-CHAVE: Acari, algodão, controle químico, controle alternativo, controle biológico

TOXICITY OF SYNTHETICS ACARICIDES AND NATURAL PRODUCTS TO *Tetranychus urticae* KOCH AND COMPATIBILITY TO *Phytoseiulus macropilis* (BANKS)

ABSTRACT - The two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), is one of important pest of cotton crop worldwide due to the loss inflicted on cotton yield and fiber quality. For these reasons efficient control tactics must be researched looking to fit them within the integrated pest management approach. This work evaluated the toxicity of synthetic and botanical acaricides on *T. urticae* and their compatibility to the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). The study investigated five selected synthetic acaricides fenpropathrin, chlorfenapyr, diafenthiuron, abamectin and spiromesifen, and four botanical oils, Azadiractina A/B, Azadiractina 1%, *Jatropha curcas* L., and *Ricinus communis* L. All bioassays employed the leaf dipping method, and the mortality of adult and eggs of *T. urticae* was evaluated 48 and 96 h after treatment. The mortality of *P. macropilis* was evaluated using the same procedure, however, using the  $LC_{50}$  concentrations calculated to *T. urticae*. All tested products were toxic to females and eggs of *T. urticae*. However, according to the  $LC_{50}$  and  $LC_{90s}$  calculated, spiromesifen and oil of *J. curcas* were most toxic to females and eggs of *T. urticae*, respectively. Further, spiromesifen, and oils of *J. curcas* and Azadiractina 1% were toxic to the predatory mite *P. macropilis*. Based on the toxicity categories of IOBC for natural enemies only acaricide classified as nocive to *P. macropilis* was spiromesifen; which fitted into the class 4; while *R. communis* and azadiractin A/B oils were mildly toxic. Therefore, the Oils of *R. communis* and azadiractin A/B beyond efficacious against *T. urticae* has low impact on its predator.

KEY WORDS: Acari, cotton, chemical control, alternative control, biological control

## Introdução

O Brasil é o quinto produtor mundial de algodão (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium*), seguido da China, Índia, Estados Unidos e Paquistão (Cotton Incorporated 2011) e o terceiro maior exportador mundial de fibras (MAPA 2011).

O algodoeiro é danificado por várias espécies de insetos e ácaros-praga e dentre estes, o ácaro *Tetranychus urticae* Koch. destaca-se como praga de grande impacto econômico. Alimenta-se de mais de 1.100 espécies de plantas, pertencentes a 140 famílias botânicas, incluindo frutíferas, olerícolas, ornamentais e espécies que produzem compostos tóxicos (Grbic *et al.* 2011). No algodoeiro causa injúrias acentuadas nas folhas, redução da produtividade e das características das fibras (Oliveira & Calcagnolo 1975).

O controle de *T. urticae* em algodoeiro no Brasil é feito, normalmente, através de pulverizações com acaricidas, sendo registrados no país 48 produtos comerciais para o seu controle (AGROFIT 2011). Acaricidas sintéticos de classes distintas têm apresentado eficiência no controle desta praga (Ashley *et al.* 2006, Marcic 2007, Esteves Filho *et al.* 2008). Entretanto, o manejo inadequado desses produtos tem proporcionado a seleção de populações resistentes, além dos fenômenos de ressurgência e surtos de pragas secundárias (Sato *et al.* 2005, Sato *et al.* 2007).

Dentro do manejo de *T. urticae* em diferentes culturas, óleos essenciais e extratos de plantas têm sido avaliados com sucesso no controle de formas imaturas e adultas desta praga (Miresmailli & Isman 2006, Pontes *et al.* 2011). Das plantas como fontes de inseticidas naturais, o nim (*Azadirachta indica* A. Juss) tem se destacado, pela sua eficiência, por afetar a biologia e o comportamento de pragas, baixa toxicidade para vertebrados, além da seletividade a diversos inimigos naturais (Castagnoli *et al.* 2002, Mourão *et al.* 2004, Martinez-Villar *et al.* 2005).

A abundância de inimigos naturais no campo, também é muito relevante para diminuir a frequência de aplicação de acaricidas, contribuindo para retardar à evolução da resistência de *T. urticae* (Esteves Filho *et al.* 2008). Os inimigos naturais são organismos responsáveis pela manutenção do equilíbrio populacional de pragas nos ecossistemas (Degrande *et al.* 2002). Neste sentido é fundamental avaliar a compatibilidade de acaricidas sintéticos e botânicos com predadores fitoseídeos, devido a sua efetividade no manejo de ácaros tetraniquídeos (McMurtry & Croft 1997), pois é possível que os inseticidas/acaricidas possam causar efeitos adversos sobre populações de inimigos naturais (Overmeer & van Zon 1982).

O ácaro predador, *Phytoseiulus macropilis* (Banks), tem sido encontrado, freqüentemente, nos estudos sobre a diversidade de ácaros no Brasil (Reis *et al.* 2000, Vasconcelos *et al.* 2006). Em pepino e morangueiro (Watanabe *et al.* 1994, Ferla *et al.* 2007) observou-se a sua predação sobre *T. urticae*; também apresenta potencial para ser usado no controle biológico desta praga em algodoeiro (Esteves Filho *et al.* 2010). Baseando-se no hábito alimentar, McMurtry & Croft (1997) classificaram os ácaros da família Phytoseiidae em quatro tipos, sendo *P. macropilis* enquadrado no Tipo I, que é especializado na predação de ácaros do gênero *Tetranychus*. Predadores especialistas se alimentam, preferencialmente, da praga-alvo, reduzindo rapidamente a população (Hoy 2011). Este predador é capaz de extinguir uma colônia de *T. urticae* em 20 dias na proporção de 1/100 (1 predador: 100 fitófagos), em morangueiro (Oliveira *et al.* 2009). De acordo com Ferla *et al.* (2011), a quantidade de ovos produzidos por fêmea do *P. macropilis* é diretamente proporcional ao número de *T. urticae* consumidos.

Assim, o presente trabalho teve os seguintes objetivos: (i) avaliar a toxicidade de acaricidas sintéticos e produtos naturais sobre fêmeas e ovos de *T. urticae*; (ii) verificar a compatibilidade dos acaricidas com o predador *P. macropilis* no controle desta praga em algodoeiro.

## Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Agrícola da Área de Fitossanidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), a partir de ácaros obtidos de criações já estabelecidas.

**Criação de *Tetranychus urticae*.** Os ácaros foram criados por várias gerações em plantas de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* D.C.), cultivadas em vasos plásticos de 5 L de capacidade, contendo solo arenoso e mantidas em casas-de-vegetação. Após 10 dias do plantio, as plantas foram infestadas com fêmeas adultas do ácaro rajado, retiradas da criação-estoque do laboratório, mantidas desde 2001. A infestação foi efetuada com folhas de plantas já infestadas colocadas sobre as plantas sadias.

**Obtenção e Criação de *Phytoseiulus macropilis*.** Os predadores foram adquiridos da empresa PROMIP, situada em Piracicaba, SP. A criação foi realizada em arenas, mantidas em estufa incubadora tipo BOD, à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h. As arenas foram confeccionadas com folhas de feijão-de-porco infestadas com o *T. urticae*, sobrepostas sobre papel de filtro umedecido por uma esponja saturada em água; as folhas foram circundadas por algodão hidrófilo para evitar a fuga dos ácaros e mantidas no interior de bandejas plásticas.

**Acaricidas Testados.** Foram testadas formulações comerciais dos acaricidas sintéticos fenprotrina (Danimen 300 EC); clorfenapir (Pirate 240 SC); diafentiurom (Polo 500 WP); abamectina (Kraft 36 EC) e espiromesifeno (Oberon 240 SC); e dos naturais, óleos emulsionáveis de nim, Azadiractina A/B (Azamax 12 CE – DVA Especialidades), *Azadirachta indica* A. Juss (Azadiractina 1% - Quinabra), pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) e mamona (*Ricinus communis* L.), obtidos da Fazenda Tamanduá, Patos – PB.

**Toxicidade de Acaricidas para Fêmeas Adultas de *Tetranychus urticae*.** Discos de folhas de algodoeiro (3,5 cm Ø) do cultivar BRS 8H, limpos com água corrente, foram imersos nas caldas dos acaricidas e em água destilada (testemunha), sob leve agitação, durante cinco segundos, e após 30 minutos de secagem, infestados com 15 fêmeas adultas de *T. urticae*. Os discos foram mantidos em estufa incubadora à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12h. A mortalidade foi avaliada 48h após a infestação, sendo considerados mortos os ácaros que não se moviam, vigorosamente, após um leve toque com pincel de pêlo fino. Os experimentos individuais foram efetuados no delineamento experimental inteiramente casualizado, tendo como tratamentos cinco ou seis concentrações de cada acaricida e testemunha e quatro repetições. Foram calculadas as concentrações letais ( $\text{CL}_{50}$  e  $\text{CL}_{90}$ ) para cada acaricida, através do programa POLO-PC (LeOra Software 1987). As Razões de Toxidade (RT) foram calculadas, através da seguinte fórmula:  $\text{RT} = \text{maior } \text{CL}_{50} \text{ e/ou } \text{CL}_{90} \text{ dos acaricidas} / \text{menor } \text{CL}_{50} \text{ e/ou } \text{CL}_{90} \text{ dos demais, individualmente.}$

**Toxicidade de Acaricidas para Ovos de *Tetranychus urticae*.** Discos de folhas foram infestados com 12 fêmeas adultas de *T. urticae* durante 24h para efetuarem ovoposição. Em seguida, foram separados 30 ovos em cada disco, os quais foram imersos nas caldas dos acaricidas e em água destilada (testemunha). Fez-se a secagem dos discos à temperatura ambiente por 30 minutos. Os discos foram dispostos sobre papel de filtro, sobrepostos numa esponja saturada em água, no interior de bandejas plásticas, e mantidos em estufa incubadora, à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12h. A viabilidade de ovos foi avaliada após 96h da aplicação dos acaricidas, mediante contagem do número de larvas eclodidas. Os experimentos individuais foram efetuados no delineamento experimental inteiramente casualizado, tendo como tratamentos cinco ou seis concentrações de cada acaricida e a testemunha e quatro repetições.

Foram calculadas as concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) para cada acaricida, através do programa POLO-PC (LeOra Software 1987), bem como as Razões de Toxicidade.

**Toxicidade e Efeitos Adverso e/ou Total de Acaricidas sobre Fêmeas de *Phytoseiulus macropilis*.** Para avaliar a toxicidade e o efeito adverso e/ou total dos acaricidas sobre *P. macropilis*, utilizou-se o método residual recomendado como padrão para testes em laboratório, adaptado de Hassan *et al.* (1994). As arenas de 5,0 cm Ø foram semelhantes às dos experimentos anteriores, porém os discos foram circundados por algodão hidrófilo para evitar a fuga dos ácaros. Em cada disco foram colocadas 50 fêmeas adultas de *T. urticae* durante 24h, para efetuarem a oviposição, permanecendo, além dos ácaros, ovos (em torno de 300), teias e excrementos. Os discos foram imersos nas caldas de cada acaricida e na testemunha (água destilada), nas concentrações correspondentes à CL<sub>50</sub> estimadas para *T. urticae*. Após a secagem, durante 30 minutos à temperatura ambiente, cada disco foi infestado com três fêmeas adultas do predador. Diariamente, após o primeiro dia, foram colocadas 10 fêmeas adultas de *T. urticae* nas arenas, como alimento. Os experimentos foram realizados no delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos (acaricidas e testemunha) e 10 repetições. As fêmeas de *P. macropilis* foram avaliadas durante oito dias. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P = 0,05), através do software SAS (SAS Institute 2001).

O efeito adverso ou total (E%) dos acaricidas foi calculado, levando em conta à mortalidade (corrigidas em função da mortalidade na testemunha) (Abbott 1925) e o efeito na reprodução (Overmeer & van Zon 1982), através da fórmula  $E = 100\% - (100\% - Mc) \times Er$ , onde Mc = mortalidade corrigida e Er = efeito na reprodução. O efeito na reprodução (Er) foi obtido pela divisão da produção média de ovos viáveis nos tratamentos pela produção média de ovos viáveis na testemunha ( $Er = R_{tratamento} / R_{testemunha}$ ). A produção média de ovos (R) foi obtida através da relação: R = número de ovos viáveis / número de fêmeas vivas. Durante oito dias, foram

contadas, diariamente, o número de fêmeas vivas, bem como o número de ovos viáveis. Os efeitos totais, encontrados para cada acaricida foram classificados nas classes de 1 a 4, conforme critérios estabelecidos pela IOBC /WPRS para enquadrar produtos fitossanitários, quanto ao efeito adverso causado a organismos benéficos em testes de laboratório (Bakker *et al.* 1992, Hassan *et al.* 1994), sendo: classe 1 =  $E < 30\%$  (inócuo ou não nocivo); classe 2 =  $30\% < E < 79\%$  (levemente nocivo); classe 3 =  $80\% < E < 99\%$  (moderadamente nocivo) e classe 4 =  $E > 99\%$  (nocivo).

### Resultados e Discussão

**Toxicidade de Acaricidas para Fêmeas Adultas de *Tetranychus urticae*.** De acordo com as  $CL_{s50}$ , a toxicidade dos acaricidas decresceu na seguinte ordem: espiromesifeno > Azadiractina 1% > Azadiractina A/B > *R. communis* > *J. curcas*. Por outro lado, as razões de toxicidade variaram entre 12,73 e 2,51, respectivamente, para espiromesifeno e azadiractina 1%, em comparação a *J. curcas*. Em relação às  $CL_{s90}$ , espiromesifeno foi o mais tóxico e *R. comunis* o menos tóxico. As razões de toxicidade variaram de 2,43 (espiromesifeno) a 2,16 (azadiractina A/B) (Tabela 1).

Não foi possível calcular as  $CL_{s50}$  e  $CL_{s90}$  para fenpropatrina, clorfenapir, diafentiurom e abamectina, pois, mesmo quando testados em concentrações muito inferiores aquelas recomendadas para a utilização, causaram mortalidade superior a 90%, inviabilizando assim o cálculo das concentrações letais, entretanto, os mesmos foram considerados eficientes para o controle de *T. urticae*.

O acaricida espiromesifeno foi mais tóxico que os produtos naturais, entretanto ficou evidenciada a alta toxicidade destes últimos, pois as  $CL_{s50}$  e  $CL_{90}$  foram menores que a concentração comercial de 1% (10 mL/L) recomendada. Esse desempenho é importante para o manejo integrado de ácaros fitófagos, tendo em vista as diversas vantagens dos produtos naturais em relação aos sintéticos, já mencionadas no presente estudo. Estudos realizados com quinonas

sobre *T. urticae* obtiveram  $CL_{50}$  de 0,001, 0,008 e 0,011% ( $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ ), respectivamente, para plubagim, dibromothymoquinone e juglone, demonstrando a sua alta toxicidade (Akhtar *et al.* 2011). Attia *et al.* (2011) determinaram  $CL_{50}$  de 7,49 mg/L. para o extrato de *Allium sativum* L. em *T. urticae*. Extratos de folhas de *Aloe vera* L. diluídos em acetona e etanol foram testados sobre fêmeas adultas de *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval), apresentando  $CL_{50}$  de 614 e 2235 ppm, respectivamente, após 48h de exposição, evidenciando que quando diluídos em acetona, o efeito acaricida foi potencializado (Wei *et al.* 2011).

Os acaricidas sintéticos, quando utilizados de forma correta, trazem uma grande contribuição para o controle de ácaros-praga. Neste sentido, Kady *et al.* (2007) demonstraram que a concentração letal capaz de matar 50% da população de fêmeas de *T. urticae* em discos de folha de amora (*Morus alba*), foi 8,68 ppm para espinosina (Spinetoram 12%) e 5,95 ppm para abamectina (Vertimec 1,8%). Espirodiclofeno apresentou  $CL_{50}$  de 0,20 mg  $\text{L}^{-1}$  para a população susceptível desta praga em feijão (*P. vulgaris*) (Rauch & Nauen 2003).

**Toxicidade de Acaricidas para Ovos de *Tetranychus urticae*.** As  $CL_{50}$  dos acaricidas foram de 0,07; 0,17; 0,20 e 0,26 mL/L para *J. curcas*, azadiractina 1%, *R. communis* e Azadiractina A/B, respectivamente, e as razões de toxicidade 3,71 (*J. curcas*), 1,53 (azadiractina 1%) e 1,3 (*R. comunis*). De acordo com as  $CL_{90}$ , a toxicidade dos acaricidas decresceu na seguinte ordem: *J. curcas* > Azadiractina 1% > Azadiractina A/B > *R. communis*. Por outro lado, as razões de toxicidade foram 8,01; 1,56; e 1,55, respectivamente, em relação ao óleo de *R. communis* (Tabela 1).

Conforme citado anteriormente, não foi possível calcular as  $CL_{50}$  e  $CL_{90}$  para fenproprina, clorfenapir, diafentiurom, abamectina e espiromesifeno, no entanto, estes acaricidas apresentaram eficiência para o controle de ovos de *T. urticae*, devido a sua elevada mortalidade. Este fato já era esperado para espiromesifeno, pois o mesmo é mais eficiente sobre ovos e formas imaturas do que

para adultos (Nauen *et al.* 2005, Sato *et al.* 2011). Ainda segundo Sato *et al.* (2011), ovos com idade inferior a 72h são mais suscetíveis ao produto. No presente trabalho foram utilizados ovos com idade entre 0 e 24h, o que pode justificar a alta eficácia de espiromesifeno sobre os mesmos. Segundo Marcic *et al.* (2009), espiromesifeno nas concentrações de 180 mg/L e 18 mg/L, também, reduziram em 100% a fecundidade de *T. urticae*, após quatro dias da aplicação, e a 1,8 mg/L, a fecundidade foi reduzida em 53%, em relação à testemunha.

Esteves Filho *et al.* (2008) argumentaram que o efeito ovicida é uma propriedade relevante de um acaricida para a utilização em programas de manejo de ácaros-praga, pois controlando o estágio inicial de desenvolvimento da praga, diminuindo ou inviabilizando a eclosão das larvas, conseqüentemente reduz as injúrias e os danos causados às plantas. Os mesmos autores observaram que os acaricidas tetradifon e clorfenapir reduziram em 100% a viabilidade de ovos de *T. urticae* em mamoeiro, utilizando-se 25, 50 e 75% da concentração comercial recomendada. Resultado semelhante foi conseguido por Albuquerque *et al.* (2003) para o acaricida dicofol. De acordo com Duso *et al.* (2008), os produtos naturais azadiractina e rotenona proporcionaram 99,36 e 62,95%, respectivamente, de inviabilidade de ovos de *T. urticae*, em feijão, nas concentrações comerciais de 4,5 g de i.a e 18 ml de i.a/ha, respectivamente. Natuneem a 1% reduziu em 97,5% a viabilidade de ovos de *T. urticae* em *C. ensiformes* (Brito *et al.* 2006). Segundo Attia *et al.* (2011), o extrato de *A. sativum* nas concentrações 0,36 e 0,74 mg/L, também foi efetivo na redução da fecundidade de *T. urticae*. No presente estudo evidenciou-se que os produtos naturais e os acaricidas sintéticos, usados em concentrações bem abaixo das recomendadas das recomendadas, foram eficientes no controle de ovos de *T. urticae*. Observou-se, também, que Azadiractina A/B e Azadiractina 1% foram mais tóxicos para fêmeas do que para ovos de *T. urticae*, enquanto constatou-se o contrário para *J. curcas* e *R. communis*.

**Toxicidade e Efeitos Adverso e/ou Total de Acaricidas sobre Fêmeas de *Phytoseiulus macropilis*.** A mortalidade de *P. macropilis*, em relação aos acaricidas sintéticos e produtos naturais, variou entre 53,6 (espiromesifeno) a 89,3% (azadricina A/B). Por outro lado, espiromesifeno foi o que mais afetou a reprodução do predador ( $Er = 0,01$ ), seguido por *J. curcas* (0,32) e Azadiractina 1% (0,74). Espiromesifeno, *J. curcas* e Azadiractina 1% causaram maior efeito adverso ao predador. Esse acaricida foi o único considerado nocivo, sendo enquadrado na classe de toxicidade 4 (Tabela 2). Avaliando-se apenas à mortalidade, espiromesifeno se enquadrou como o menos tóxico ao predador. Porém, quando se analisou, conjuntamente, a mortalidade e o efeito sobre a reprodução, comportou-se como o mais nocivo, causando um efeito adverso de 99,7%; assim pode ser considerado incompatível para programas de Manejo Integrado de *T. urticae*, utilizando-se a associação do controle químico e biológico.

Poletti *et al.* (2008) avaliaram a compatibilidade de 21 agrotóxicos sintéticos (inseticidas/acaricidas, inseticidas e fungicidas) sobre populações de *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *P. macropilis*, nas concentrações recomendadas pelos fabricantes para uso em hortaliças e ornamentais; concluíram que os acaricidas fenpropratrina e milbemectina, os inseticidas buprofezina e espinosade e os fungicidas azoxistrobina, metiram+piraclostrobina, boscalida+cresoxim-metílico, tebuconazol, clorotalonil, imibenconazol, iprodiona, triforina, foram compatíveis com *N. californicus*; os fungicidas, azoxistrobina, boscalida+cresoxim-metílico, tebuconazol, imibenconazol, iprodiona e triforina foram inócuos a *P. macropilis*. Abamectina foi levemente nocivo a *I. zuluagai* em citros, enquanto clorfenapir, óleo vegetal e óleo mineral foram classificados como nocivos (Reis *et al.* 1998). Clorfenapir nas concentrações de 31,3 e 62,5 mL/100L, também, foi enquadrado como nocivo ao predador *Euseius alatus* DeLeon, em citros (Reis & Sousa 2001).

No presente trabalho, espiromesifeno foi nocivo à *P. macropilis*, enquanto os acaricidas botânicos *J. curcas* e *R. communis* foram levemente nocivos. Irigaray & Zalom (2006) observaram que esse acaricida afetou negativamente a longevidade, a fecundidade e a fertilidade de *Galendromus occidentalis* (Nesbitt). Cloyd *et al.* (2006) verificaram que clorfenapir e espiromesifeno nas concentrações de 0,40 mL/2L e 0,15 mL/2L em discos de folha de soja foram compatíveis com *N. californicus*, pois a população de adultos apresentou 89 e 100% de sobrevivência, respectivamente, fato corroborado por Sato *et al.* (2011), observando que espiromesifeno na concentração de 288 mg/L, não causou efeito negativo na ovoposição e na mortalidade de *N. californicus*. Entretanto, clorfenapir e espiromesifeno não foram compatíveis com *P. persimilis* nas mesmas concentrações testadas para *N. californicus*, pois a população de adultos apresentou sobrevivência de 47 e 44% respectivamente (Cloyd *et al.* 2006). Os mesmos autores explicaram que esta diferença pode ser devido à características fisiológicas e/ou do comportamento de forrageamento de cada predador.

Um dos maiores problemas relacionados ao controle químico de *T. urticae* é o seu elevado potencial reprodutivo e ciclo de vida curto, que favorecem o rápido desenvolvimento de resistência a acaricidas (Stumpf & Nauen 2001). Populações desta praga desenvolveram resistência a clorfenapir, abamectina e fenpiroximate (Sato *et al.* 2004), bem como ao dicofol (Kim *et al.* 2004, Kim *et al.* 2007, Ay & Kara 2011). Assim, são necessárias pesquisas com acaricidas de várias classes e com modos de ação diferentes, contribuindo para retardar o desenvolvimento de resistência. Neste sentido, produtos naturais vêm sendo testados, devido a sua bioatividade, vários modos de ação, provocarem efeitos repelente e antialimentar (Menezes 2005, Isman *et al.* 2011), como alternativa aos químicos sintéticos para o controle de pragas, por sua menor possibilidade de desenvolver resistência, causar problemas ao ambiente ou à saúde humana (Isman 2006). Outra tentativa para o retardo de resistência é a associação do controle químico

com outras táticas de controle, como o controle biológico (Gentz *et al.* 2010), reduzindo assim os abusos no uso de inseticidas/acaricidas, bem como associando-se a programas de manejo integrado de *T. urticae* em algodoeiro.

Neste trabalho foram utilizados cinco inseticidas/acaricidas sintéticos de classes distintas e todos com diferentes modos de ação (IRAC 2011) sobre uma população de laboratório de *T. urticae*, considerada padrão de suscetibilidade, sendo fenpropatrina (age nos canais de sódio), clorfenapir (inibidor de fosforilação oxidativa, disrupção do gradiente de próton H), diafentiurom (inibidor de fosforilação oxidativa, disrupção da síntese de ATP), abamectina (agonistas do GABA) e espiromesifeno (age na biosíntese de lipídeos). Além dos produtos naturais, que na sua maioria, ainda se desconhecem os seus modos de ação. Todos os acaricidas testados foram considerados eficientes no controle de ovos e fêmeas adultas de *T. urticae*, demonstrando que se este ácaro for manejado de forma adequada, dentro dos conceitos do MIP, fazendo-se rotação de produtos com modos de ação distintos, diminuiria a chance do mesmo adquirir resistência. Entretanto, apenas *R. communis* e Azadiractina A/B foram considerados levemente nocivos para *P. macropilis*, sendo assim, os mais promissores para o manejo de *T. urticae* no agroecossistema algodoeiro.

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, futuras pesquisas devem ser incentivadas no sentido de se avaliar a interação dos acaricidas botânicos, espiromesifeno e *P. macropilis*, em casa-de-vegetação e campo, visando ao manejo de *T. urticae* em algodoeiro.

### **Agradecimentos**

À CAPES/FACEPE e ao CNPq, pela concessão de bolsas de estudo e de produtividade em pesquisa. À PROMIP, pelo envio dos ácaros predadores.

## Literatura Citada

- Abbott, W.S. 1925.** A method of computing the effectiveness of insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- AGROFIT (Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários). 2011.** Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso: 10/12/2012.
- Akhtar, Y., M.B. Isman, C.H. Lee, S.H. Lee & H.S. Lee. 2011.** Toxicity of quinones against two-spotted spider mite and three species of aphids in laboratory and greenhouse conditions. *Indian Crops Prod.* doi: 10.1016/j.indcrop.2011.07.033
- Albuquerque, F.A., J.V. Oliveira, M.G.C. Gondim Junior & J.B. Torres. 2003.** Efeito de inseticidas e acaricidas sobre ovos e fêmeas adultas do ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Rev. Ecotoxicol. Meio Amb.* 13: 1-8.
- Ashley, J.L., D.A. Herbert, E.E. Lewis, C.C. Brewster & R. Huckaba. 2006.** Toxicity of three acaricides to *Tetranychus urticae* (Tetranychidae: Acari) and *Orius insidiosus* (Anthocoridae: Hemiptera). *J. Econ. Entomol.* 99: 54-59.
- Attia, S., K.L. Grissa, A.C. Maillieux, G. Lognay, S. Heuskin, S. Mayoufi & T. Hance. 2011.** Effective concentrations of garlic distillate (*Allium sativum*) for the control of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). *J. Appl. Entomol.* doi: 10.1111/j.1439-418.2011.01640.x
- Ay, R. & F.E. Kara. 2011.** Toxicity, inheritance of fenpyroximate resistance, and detoxification-enzyme levels in a laboratory-selected fenpyroximate-resistant strain of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Crop Prot.* 30: 605-610.
- Bakker, F., A. Grove, S. Blumel, J. Calis & P. Oomen. 1992.** Side-effect tests for phytoseids and their rearing methods. *IOBC/WPRS Bull.* 15: 61-81.
- Brito, H.M., M.G.C. Gondim Junior, J.V. Oliveira & C.A.G. Câmara. 2006.** Toxicidade de Natuneen sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. *Cienc. Agrotec.* 30: 685-691.
- Castagnoli, M., G. Angeli, M. Liguori, D. Forti & S. Simoni. 2002a.** Side effects of botanical insecticides on predatory mite *Amblyseius andersoni* (Chant). *J. Pest Sci.* 75: 122-127.
- Cloyd, R.A., C.L. Galle & S.R. Keith. 2006.** Compatibility of three miticides with the predatory mites *Neoseiulus californicus* McGregor and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *Hortscience* 44: 476-480.
- Cotton Incorporated. 2011.** Disponível em: <http://www.cottoninc.com/MarketInformation/MonthlyEconomicLetter/>. Acesso em: 02/12/2012.

- Degrande, P.E., P.R. Reis, G.A. Carvalho & L.C. Belarmino. 2002.** Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais, p. 71-93. In Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 609p.
- Duso, C., V. Malagnini, A. Pozzebon, M. Castagnoli, M. Liguori & S. Simoni. 2008.** Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to Mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari Tetranychidae, Phytoseiidae). Biol. Control 47: 16-21.
- Esteves Filho, A.B., J.V. Oliveira & M.G.C. Gondim Junior. 2008.** Toxicidade de acaricidas sobre diferentes estágios de vida de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Mamoeiro. BioAssay 3: 1-6.
- Esteves Filho, A.B., J.V. Oliveira, J.B. Torres & M.G.C. Gondim Jr. 2010.** Biologia comparada e comportamento de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em algodoeiro Bollgard<sup>TM</sup> e isolinha não-transgênica. Neotrop. Entomol. 39:338-344.
- Ferla N.J., M.M. Marchetti & D. Gonçalves. 2007.** Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp, Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. Biota Neotrop. 7: 1-8.
- Ferla, N.J., M. Marchetti, L. Johann & C. Haetinger. 2011.** Functional response of *Phytoseiulus macropilis* under different *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) population density in laboratory. Zoologia 28: 17-22.
- Gentz, M.C., G. Murdoch & G.F. King. 2010.** Tandem use of selective insecticides and natural enemies for effective, reduced-risk pest management. BioControl. 52: 208–215.
- Grbic, M., T.V. Leeuwen, R.M. Clark, S. Rombauts, P. Rouze, V. Grbic, E.J. Osborne, W. Dermauw, P.C.T. Ngoc, F. Ortego, P. Hernández-Crespo, I. Diaz, M. Martinez, M. Navajas, E. Sucena, S. Magalhães, L. Nagy, R.M. Pace, S. Djuranovic, G. Smagghe, M. Iga, O. Christiaens, J.A. Veenstra, J. Ewer, R.M. Villalobos, J.L. Hutter, S.D. Hudson, M. Velez, S.V. Yi, J. Zeng, A. P. da Silva, F. Roch, M. Cazaux, M. Navarro, V. Zhurov, G. Acevedo, A. Bjelica, J.A. Fawcett, E. Bonnet, C. Martens, G. Baele, L. Wissler, A. Sanchez-Rodriguez, L. Tirry, C. Blais, K. Demeestere, S.R. Henz, T.R. Gregory, J. Mathieu, L. Verdon, L. Farinelli, J. Schmutz, E. Lindquist, R. Feyereisen & Y.V. de Peer. 2011.** The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. Nature 479: 487-492.
- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, J.N.M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, D. Duso, A. Grover, U. Heimbach, N. Helyer, H. Hokkanen, G.B. Lewis, F.Mansour, L. Moreth, L. Polgar, L. Samsoe-Petersen, B. Salphanor, A. Stäubli, G. Sterk, A. Vainio, M.van de Veire, G.Viggiani & H. Vogt. 1994.** Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC /WPRS - Working Group “Pesticides and Beneficial Organisms”. Entomophaga 39:109-119.

- Hoy, M.A. 2011.** Agricultural acarology: Introduction to integrated mite management. Boca Raton, CRC Press, 410p.
- IRAC (Comitê Brasileiro de Ação a Resistência a Inseticidas). 2011.** Disponível em: <http://www.ircac-br.org.br/>. Acesso: 22/11/2011
- Irigaray, F.J.S.C. & F.G. Zalom. 2006.** Side effects of five new acaricides on the predator *Galendromus occidentalis* (Acari, Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 38: 299–305.
- Isman, M.B., 2006.** Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 45-66.
- Isman, M.B., S. Miresmailli & C. Machial. 2011.** Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. *Phytochem Rev.* 10: 197–204.
- Kady, G.A.E., H.M.E. Sharabasy, M.F. Mahmoud & I.M. Bahgat. 2007.** Toxicity of two potential bio-insecticides against moveable stages of *Tetranychus urticae* Koch. *J. Appl. Sci. Res.* 3: 1315-1319.
- Kim, Y.J., S.H. Lee, S.W. Lee & Y.J. Ahn. 2004.** Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): cross-resistance and biochemical resistance mechanisms. *Pest. Manag. Sci.* 60: 1001-1006.
- Kim, Y.J., S.W. Lee, J.R. Cho, H.M. Park & Y.J. Ahn. 2007.** Multiple resistance and biochemical mechanisms of dicofol resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Asia-Pacific Entomol.* 10: 165-170.
- LeOra Software. 1987.** POLO-PC: a user's guide to Probit Or LOgit analysis. LeOra Software, Berkeley, CA.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) 2011.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao>. Acesso: 04/12/2011.
- Marcic, D., I. Ogurlic, S. Mutavdzic & P. Peric. 2009.** The Effect of Spiromesifen on the Reproductive Potential of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Pestic. Phytomed.* 24: 203-209.
- Marcic, M. 2007.** Sublethal effects of spirodiclofen on life history and life-table parameters of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Exp. Appl. Acarol.* 42: 121-129.
- Martinez-Villar, E., F.J. Sáenz-de-Cabesón, F. Moreno-Grijalba, V. Marco & I. Pérez-Moreno. 2005.** Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Exp. Appl. Acarol.* 35: 215-222.

- McMurtry, J. A. & B. A. Croft. 1997.** Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 42: 291-321.
- Menezes, E.L.A. 2005.** Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205. 58p.
- Miresmailli, S. & M.B. Isman. 2006.** Efficacy and persistence of Rosemary oil as acaricide against twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. *J. Econ. Entomol.* 99: 2015-2023.
- Mourão, S.A., J.C.T. Silva, R.N.C. Guedes, M. Venzon, G.N. Jham., C.L. Oliveira & J.C. Zanuncio. 2004.** Seletividade de extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). *Neotrop. Entomol.* 33: 613-617.
- Nauen, R., H.-J. Schnorbach & A. Elbert. 2005.** The biological profile of spiromesifen (Oberon®) – A new tetroneic acid insecticide/acaricide. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer.* 58: 417-440.
- Oliveira, C. A. L., & G. Calcagnolo. 1975.** Ação do ácaro "rajado" *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) na depreciação quantitativa da produção algodoeiro. *O Biológico* 41: 307-327.
- Oliveira, H., M.A.M. Fadini, M. Venzon, D. Rezende, F. Rezende & A. Palini. 2009.** Evaluation of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of the two-spotted spider mite on strawberry plants under greenhouse conditions. *Exp. Appl. Acarol.* 47: 275-283.
- Overmeer, W.P.J., A.Q. van Zon. 1982.** A standardized method for testing the side effects of pesticides on the predaceous mite, *Amblyseius potentillae* (Acarina: Phytoseiidae). *Entomophaga* 27: 357-364.
- Poletti, M., L.P. Collette & C. Omoto. 2008.** Compatibilidade de agrotóxicos com os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *BioAssay* 3:1-14.
- Pontes, W.J.T., J.C.G. Oliveira, C.A.G. da Câmara, C.P.O. Assis, J.V. Oliveira, M.G.C. Gondin Júnior & R. Barros. 2011.** Effects of the Ethanol Extracts of Leaves and Branches from Four Species of the Genus *Croton* on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *BioAssay* 6: 1-5.
- Rauch, N. & R. Nauen. 2003.** Spirodiclofen resistance risk assessment in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): a biochemical approach. *Pestic. Biochem. Physiol.* 74: 91–101.
- Reis, P.R. & E.O. Sousa. 2001.** Seletividade de chlorfenapyr e fenbutatin-oxide sobre duas espécies de ácaros predadores (Acari: Phytoseiidae) em citros. *Rev. Bras. Frutic.* 23: 584-588.

- Reis, P.R., L.G. Chiavegato, E.B. Alves & E.O. Sousa. 2000.** Ácaros da Família Phytoseiidae Associados aos Citros no Município de Lavras, Sul de Minas Gerais. An. Soc. Entomol. Brasil 29: 95-104.
- Reis, P.R., L.G. Chiavegato & G.J. Moraes. 1998.** Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Demark & Muma (Acari: Phytoseiidae). An. Soc. Entomol. Brasil 27: 265-274.
- SAS Institute 2001.** SAS/STAT User`s guide, version 8.2, TS level 2MO. SAS Institute. Inc., Cary, N.C.
- Sato, M.E., M.Z. Silva, A. Raga & M.F. Souza Filho. 2005.** Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. Neotrop. Entomol. 34: 991-998.
- Sato, M.E., M.Z. Silva, A. Raga, K.G. Cangani, B. Veronez & R.L. Nicastro. 2011.** Spiromesifen toxicity to the spider mite *Tetranychus urticae* and selectivity to the predator *Neoseiulus californicus*. Phytoparasitica 39: 437-445.
- Sato, M.E., M.Z. Silva, K.G. Cangani & A. Raga. 2007.** Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. Bragantia 66: 89-95.
- Sato, M.E., T. Miyata, M. Silva, A. Raga & M.F. Souza Filho. 2004.** Selections for fenpyroximate resistance and susceptibility, and inheritance, cross-resistance and stability of fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Appl. Entomol. Zool. 39: 293-302.
- Stumpf, N. & R. Nauen. 2001.** Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 94: 1577-1583.
- Vasconcelos, G.J.N., F.R. Silva, D.G.F. Barbosa, M.G.C. Gondim Jr. & G.J. Moraes. 2006.** Diversidade de fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) em fruteiras tropicais no estado de Pernambuco, Brasil. Magistra 18: 90-101.
- Watanabe M.A, G.J. Moraes, I. Gastaldo Jr. & G. Nicolella. 1994.** Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. Sci. Agric. 51: 75-81.
- Wei, J., W. Ding, Y. Zhao & P. Vanichpakorn. 2011.** Acaricidal activity of *Aloe vera* L. leaf extracts against *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae). J. Asia-Pacific Entomol. 14: 353-356.

Tabela 1. Toxicidade de diferentes acaricidas para fêmeas adultas e ovos de *Tetranychus urticae*, avaliada com 48 e 96 h após à aplicação. Temp.: 25 ± 1 °C; Umidade relativa: 70 ± 10% e fotofase de 12 horas.

Acaricida	n <sup>1</sup>	CL <sub>50</sub> (mL/L) (I.C. a 95%)	CL <sub>90</sub> (mL/L) (I.C. a 95%)	Coefficiente angular ± EP	χ <sup>2</sup>	G.L.	RT <sub>50</sub> <sup>2</sup>	RT <sub>90</sub>
<b>Fêmeas adultas - 48h</b>								
Azadiractina A/B	300	0,19 (0,14–0,16)	2,11 (1,46-3,51)	1,23 ± 0,11	0,75	3	1,85	2,16
Azadiractina 1%	300	0,14 (0,10–0,11)	3,11 (1,75-6,60)	0,95 ± 0,88	1,31	3	2,51	1,46
<i>Jatropha curcas</i>	360	0,35 (0,29–0,43)	2,09 (1,56-3,01)	1,66 ± 0,14	3,90	4	-	1,66
Espiromesifeno	300	0,03 (0,02–0,05)	1,87 (0,83-5,62)	0,70± 0,072	2,54	3	12,73	2,43
<i>Ricinus communis</i>	360	0,34 (0,26–0,44)	4,55 (3,04-7,62)	1,13 ± 0,10	3,18	4	1,05	-
<b>Ovos - 96h</b>								
Azadiractina A/B	720	0,26 (0,21–0,33)	4,13 (2,77-6,78)	1,07 ± 0,07	2,96	4	-	1,55
Azadiractina 1%	720	0,17 (0,13–0,23)	4,10 (2,61-7,12)	0,93 ± 0,06	3,60	4	1,53	1,56
<i>Jatropha curcas</i>	720	0,07 (0,06–0,09)	0,80 (0,58-1,20)	1,25 ± 0,08	3,82	4	3,71	8,01
<i>Ricinus communis</i>	720	0,20 (0,15–0,27)	6,41 (3,99-11,55)	0,86 ± 0,06	3,67	4	1,3	-

<sup>1</sup>Número de ácaros/ovos utilizados em cada experimento.

<sup>2</sup>Razão de toxicidade (RT) = maior CL<sub>50</sub> e <sub>90</sub> dos acaricidas / menor CL<sub>50</sub> e/ou CL<sub>90</sub> dos demais para cada experimento (adultos e ovos), separadamente.

Tabela 2. Toxicidade de diferentes acaricidas para fêmeas adultas de *Phytoseiulus macropilis*, em teste de contato e residual de laboratório, 8 dias após aplicação, em discos de folha de algodoeiro. Temp.:  $25 \pm 1$  °C; Umidade relativa:  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

Acaricida	Mc <sup>1</sup>	Er <sup>2</sup>	E(%) <sup>3</sup>	Classe <sup>4</sup>
<i>Jatropha curcas</i>	92,8a	0,32	97,7	3
Azadiractina A/B	89,3a	1,61	79,3	2
<i>Ricinus communis</i>	85,7a	1,93	72,5	2
Azadiractina 1%	82,1ab	0,74	86,8	3
Espiromesifeno	53,6b	0,01	99,7	4

<sup>1</sup>Mortalidade corrigida (Abbott 1925). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P = 0,05).

<sup>2</sup>Efeito sobre a reprodução.  $E_r = R_{\text{Tratamento}}/R_{\text{Testemunha}}$

<sup>3</sup>Efeito adverso ou total.  $E\% = 100\% - (100\% - M_c) \times E_r$

<sup>4</sup>Classe de toxicidade segundo IOBC/WPRS: classe 1 =  $E < 30\%$  (inócuo ou não nocivo); classe 2 =  $30\% < E < 79\%$  (levemente nocivo); classe 3 =  $80\% < E < 99\%$  (moderadamente nocivo) e classe 4 =  $E > 99\%$  (nocivo).

### CAPÍTULO 3

## EFEITO DE CONCENTRAÇÕES SUBLETAIS E REPELÊNCIA DE ESPIROMESIFENO E PRODUTOS NATURAIS SOBRE *Tetranychus urticae* KOCH E *Phytoseiulus macropilis* (BANKS)

ALBERTO B. ESTEVES FILHO<sup>2</sup>, JOSÉ V. OLIVEIRA<sup>2</sup>, JORGE B. TORRES<sup>2</sup> E CLÁUDIA H. C. MATOS<sup>3</sup>

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia-Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av.  
Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos 52171-900 Recife, PE.

<sup>3</sup>Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Fazenda Saco, s/n. Caixa Postal 063. Serra  
Talhada, PE.

---

<sup>1</sup>Esteves Filho, A.B., J.V. Oliveira, J.B. Torres & C.H.C. Matos. Efeito de concentrações subletais e repelência de espiromesifeno e produtos naturais sobre *Tetranychus urticae* Koch e *Phytoseiulus macropilis* (Banks). A ser submetido.

RESUMO - O ácaro *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) é uma das principais pragas do algodão e outras culturas, enquanto *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) é um dos principais predadores desta praga. Este estudo avaliou o impacto dos acaricidas espiromesifeno, Azadiractina A/B, Azadiractina 1%, *Jatropha curcas* L. e *Ricinus communis* nas duas espécies de ácaros. a partir das concentrações CL<sub>10</sub> à CL<sub>90</sub> para *T. urticae* e da CL<sub>50</sub> obtida para *T. urticae* sobre *P. macropilis*. Na avaliação da repelência foram utilizadas arenas, contendo dois discos de folha de algodão conectados, sendo um tratado com a CL<sub>99</sub> de cada acaricida e o outro com água. De acordo com a taxa instantânea de crescimento, o óleo de *J. curcas* foi o único capaz de extinguir a população de *T. urticae*, a partir da CL<sub>70</sub>. Espiromesifeno, *R. communis* e Azadiractina A/B ocasionaram efeitos negativos na população de *T. urticae* a partir das CL<sub>60</sub>, CL<sub>80</sub> e CL<sub>90</sub>, respectivamente. *P. macropilis*, quando exposto ao espiromesifeno, *J. curcas* e Azadiractina 1%, tendeu à extinção. Porém, quando exposto a *R. communis* e Azadiractina A/B demonstrou crescimento populacional positivo. Todos os acaricidas testados, com exceção de *R. communis*, foram repelentes para fêmeas e postura de *T. urticae*, enquanto que *R. communis*, *J. curcas* e Azadiractina 1% foram repelentes para fêmeas e postura para *P. macropilis*. Espiromesifeno e Azadiractina A/B não repeliram as fêmeas do predador, mas afetaram a preferência para a postura. Assim, pode-se concluir que Azadiractina A/B e *R. communis* foram os mais promissores para o manejo de *T. urticae* no agroecossistema algodoeiro.

PALAVRAS-CHAVE: Controle químico, controle alternativo, crescimento populacional, repelência

EFFECT OF SUBLETHAL CONCENTRATIONS AND REPELLENCY OF SPIROMESIFEN  
AND NATURAL PRODUCTS TO *Tetranychus urticae* KOCH AND *Phytoseiulus macropilis*  
(BANKS)

ABSTRACT – *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) is an important pest of cotton and other crops and *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) performs as one of the most important predator of this pest. This study evaluated the impact of the acaricides spiromesifen, Azadiracthin A/B, Azadiracthin 1%, *Jatropha curcas* L., and *Ricinus communis* L. for *T. urticae* across the LC<sub>10</sub> to LC<sub>90</sub> determined and the effect of the LC<sub>50</sub> calculated to the pest on *P. macropilis*. The repellence bioassay used arenas allowing choice between one untreated and one treated leaf disc with the LC<sub>99</sub>-concentration. The instantaneous rate of increase show that only *J. curcas* was able to extinguish *T. urticae* population over LC<sub>70</sub>. The spiromesifen, *R. communis*, and Azadiracthin A/B caused negative effected on *T. urticae* population growth at LC<sub>60</sub>, LC<sub>80</sub> and LC<sub>90</sub>, respectively. On the other hand, *P. macropilis* exhibited population growth toward extinction when exposed to spiromesifen, *J. curcas* and Azadiracthin 1%, but it was not negatively affected by *R. communis* and Azadiracthin A/B. All tested acaricides were repellent to *T. urticae* females and for its oviposition, except *R. communis*. Furthermore, *R. communis*, *J. curcas*, and Azadiracthin 1% were repellent to females of *P. macropilis* and its oviposition. The acaricides spiromesifen and Azadiracthin A/B did not show repellence to females of the predator but affected their oviposition. We can conclude that Azadiracthin A/B and *R. communis* are the most promising among tested acaricides to control *T. urticae* when aiming preservation of *P. macropilis*.

KEY WORDS: Chemical control, alternative control, population growth, repellence

## Introdução

Ácaros Tetranychidae são pragas de grande importância em diversas culturas no mundo (Hoy 2011), incluindo frutíferas e ornamentais (Jepson *et al.* 1975, Gondim Júnior & Oliveira 2001), além de se alimentarem de espécies que produzem compostos tóxicos (Grbic *et al.* 2011). O ácaro *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) é praga de grande relevância do algodoeiro, causando injúrias acentuadas nas folhas, redução da produtividade e nas características das fibras (Moraes & Flechtmann 2008), além de provocar perdas na produção do algodão em caroço, estimadas em 25% a 30% (Oliveira & Calcagnolo 1975, Raizer *et al.* 1985). O controle de *T. urticae*, normalmente é feito através de pulverizações de acaricidas, avaliando-se as doses/concentrações letais ( $DL_{50}$  e  $CL_{50}$ ). Entretanto, também, têm sido investigados os efeitos subletais desses produtos (Marcic 2005; 2007). As doses/concentrações subletais são definidas como aquelas que provocam efeitos fisiológicos ou comportamentais em indivíduos que sobrevivem a compostos tóxicos (Desneux *et al.* 2007). Os parâmetros biológicos mais afetados são a fecundidade, longevidade, taxa de desenvolvimento e razão sexual. Além disso, alterações sobre os processos fisiológicos e comportamentais podem ser favoráveis à atuação de predadores e parasitóides, pelo enfraquecimento da presa-hospedeiro (Foerster 2002).

Os inimigos naturais, quando expostos às doses subletais de agrotóxicos, também, podem apresentar alterações na fecundidade, longevidade, taxa de desenvolvimento e razão sexual, bem como na capacidade de busca, mobilidade e modificações no comportamento reprodutivo e alimentar (Foerster 2002). Por outro lado, algumas espécies de predadores e parasitóides ou de pragas podem ser estimuladas, quando submetidas à doses subletais de agrotóxicos (Forbes 2000). O fenômeno da estimulação reprodutiva é conhecido como hormoligose (Luckey 1968). Outro efeito subletal é a repelência, causada por inseticidas botânicos (Isman *et al.* 2011). James (1997) registrou o aumento na produção de ovos e no desenvolvimento da população do predador

*Amblyseius victoriensis* (Womersley) submetido à doses subletais de imidacloprid. Cheon *et al.* (2007) observaram efeitos adversos causados por espirodiclofeno na sobrevivência e fecundidade dos predadores *Typhlodromus pyri* Scheuten, *Zetzellia mali* (Ewing), *Neoseiulus fallacis* (Garman), *Euseius alatus* DeLeon e *Amblyseius womersleyi* Schicha. Outros trabalhos investigaram os efeitos subletais de acaricidas sobre os parâmetros biológicos de ácaros fitoseídeos (Ibrahim & Yee 2000, Hamedi *et al.* 2010, Hamedi *et al.* 2011). No entanto, a melhor maneira de avaliar os reais efeitos dos agrotóxicos sobre uma determinada praga ou inimigo natural, é através do estudo do seu crescimento populacional (Stark *et al.* 1997, Stark & Banken 1999, Stark & Baken 2003).

Frequentemente, em estudos de diversidade de ácaros, o predador *Phytoseiulus macropilis* (Banks) tem sido encontrado associado a ácaros tetraniquídeos (Reis *et al.* 2000, Vasconcelos *et al.* 2006). Já foi observado, alimentando-se de *T. urticae* em morangueiro (Ferla *et al.* 2007) e pepino (Watanabe *et al.* 1994), demonstrando, também, potencial para ser usado no controle desta praga em algodoeiro (Esteves Filho *et al.* 2010).

Assim, o presente trabalho teve como objetivos: (i) avaliar o efeito de concentrações subletais do acaricida sintético espiromesifeno e de produtos naturais, através da taxa instantânea de crescimento populacional; e a repelência sobre *T. urticae* e *P. macropilis*, visando obter subsídios para o manejo desta praga.

## Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Agrícola da Área de Fitossanidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), a partir de ácaros obtidos de criações já estabelecidas em laboratório.

**Criação de *Tetranychus urticae*.** Os ácaros foram criados por várias gerações em plantas de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* D.C.), cultivadas em vasos plásticos de 5 L de capacidade,

contendo solo arenoso e mantidas em casas-de-vegetação. Após 10 dias do plantio, as plantas foram infestadas com fêmeas adultas do ácaro rajado, retiradas da criação-estoque do laboratório, mantida desde 2001.

**Obtenção e Criação de *Phytoseiulus macropilis*.** Os predadores foram adquiridos da empresa PROMIP, Piracicaba, SP. A criação foi realizada em arenas, mantidas no laboratório em estufa incubadora tipo BOD, à temperatura de  $25 \pm 1$  °C, umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h. As arenas foram formadas com folhas de feijão-de-porco infestadas com o ácaro rajado, sobrepostas sobre papel de filtro umedecido por uma esponja saturada em água; as folhas foram circundadas por algodão hidrófilo para evitar a fuga dos ácaros e mantidas no interior de bandejas plásticas.

**Acaricidas Testados.** Testou-se a formulação comercial do acaricida sintético espiromesifeno (Oberon 240 SC) (0,0004; 0,0018; 0,0049; 0,012; 0,03; 0,06; 0,15; 0,44; 1,87 e 57,91 mL/L do p.c.), e os óleos emulsionáveis de nim, Azadiractina A/B (Azamax 12 CE) (0,017; 0,039; 0,071; 0,119; 0,190; 0,307; 0,510; 0,925; 2,11 e 14,95 mL/L do p.c.), *Azadirachta indica* A. Juss (Azadiractina 1% - Quinabra) (0,006; 0,018; 0,04; 0,08; 0,14; 0,26; 0,50; 1,08; 3,11 e 38,80 mL/L), Pinhão-Manso (*Jatropha curcas* L.) (0,06; 0,11; 0,17; 0,25; 0,35; 0,50; 1,14; 2,09 e 8,88 mL/L) e Mamona (*Ricinus communis* L.) (0,025; 0,06; 0,17; 0,20; 0,34; 0,56; 0,98; 1,86; 4,55 e 38,00 mL/L), obtidos da Fazenda Tamanduá, Patos, PB. Os valores entre parênteses são referentes às concentrações letais 10, 20, 30, 40 50, 60, 70, 80, 90 e 99, respectivamente, obtidas em experimentos preliminares para fêmeas adultas de *T. urticae*.

**Efeitos Subletais de Acaricidas sobre *Tetranychus urticae*.** Foram testadas concentrações subletais dos acaricidas da CL<sub>10</sub> à CL<sub>90</sub>, aplicadas em discos de folhas de algodoeiro BRS 8H, através da técnica de imersão. Para cada concentração de acaricida foram utilizadas cinco fêmeas adultas de *T. urticae* por disco de folha (5 cm Ø) e 10 repetições, as quais foram mantidas em

estufa incubadora à temperatura de  $25 \pm 1$  °C,  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa e 12 h de fotofase. Diariamente, observou-se a sobrevivência dos adultos, e decorridos 10 dias da instalação dos experimentos fez-se a contagem total dos ácaros (ovos, formas imaturas móveis e adultos). O efeito subletal foi avaliado através da estimativa da taxa instantânea de crescimento ( $r_i$ ) =  $\ln(N_f/N_o)/\Delta t$  (Stark *et al.* 1997), onde,  $N_f$  é o número final de indivíduos;  $N_o$  é o número inicial de indivíduos;  $\Delta t$  é a duração do experimento, que no caso, foi de dez dias. O valor positivo de  $r_i$  significa que a população está em crescimento;  $r_i = 0$  indica que a população está estável;  $r_i$  negativo indica que a população está em declínio, e poderá levá-la à extinção, quando  $N_f = 0$  (Stark & Baken 2003). Foram utilizadas equações de regressão para avaliar o comportamento de  $N_f$  em função das concentrações de acaricidas utilizadas e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando o valor de  $N_f$  de uma repetição foi zero, substitui-se por 0,1, pois a mistura de valores 0 com valores maiores que 1 geram dados incorretos na equação de ( $r_i$ ) (Stark & Banken 1999).

**Efeitos Subletais de Acaricidas sobre *Phytoseiulus macropilis*.** Foram testadas as  $CL_{50}$  dos acaricidas obtidas para *T. urticae*. Para cada tratamento foram utilizadas três fêmeas adultas do predador por disco de folha de algodoeiro BRS 8H (5 cm Ø) previamente infestados com 50 fêmeas de *T. urticae*, e 10 repetições para cada tratamento. Em cada disco foram deixados, aproximadamente, 300 ovos, além de excrementos, teias e adultos da praga. Os discos foram mantidos em estufa incubadora à temperatura de  $25 \pm 1$  °C,  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa e 12 h de fotofase. Ao final de sete dias, contou-se o número de ovos, formas imaturas móveis e adultos de *P. macropilis*. O efeito subletal foi avaliado seguindo o mesmo procedimento utilizado para *T. urticae*. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do software SAS version 8.02 (SAS Institute 2001).

**Repelência de Acaricidas sobre *Tetranychus urticae*.** Os experimentos foram efetuados em arenas contendo dois discos de folha de algodoeiro BRS 8H (5 cm Ø), obtidos de folhas da parte mediana das plantas, sendo um disco tratado com a CL<sub>99</sub> de cada acaricida (de acordo com os tratamentos) e o outro com água destilada (testemunha). Os discos foram interligados por uma lamínula (18 x 18 mm), na qual foram liberadas 15 fêmeas adultas do ácaro (Esteves Filho *et al.* 2010). Cada acaricida foi testado, individualmente, empregando-se o delineamento pareado com escolha constando de dois tratamentos (acaricida versus testemunha) e quinze repetições cada. Os bioensaios foram avaliados nos intervalos de 1, 3, 6, 12, 24 e 48 h, observando-se o número de ácaros vivos em cada disco. A quantidade de ovos colocados nos discos foi avaliada com 48 h ao final das avaliações. Os resultados foram submetidos à análise de frequência de escolha testando a hipótese de igualdade de escolha e oviposição adotando o Proc Freq do SAS e interpretado mediante o teste de teste qui-quadrado a 5% de probabilidade, mediante o programa computacional SAS version 8.02 (SAS Institute 2001).

**Repelência de Acaricidas sobre *Phytoseiulus macropilis*.** Os experimentos foram efetuados de forma semelhante à metodologia utilizada nos testes de repelência sobre *T. urticae*. Neste caso, em cada lamínula foram liberadas três fêmeas adultas do ácaro predador. Vinte e quatro horas antes da imersão dos discos, os mesmos foram infestados com 50 fêmeas de *T. urticae* para oviposição. Posteriormente, as fêmeas foram retiradas mantendo-se nos discos 250 ovos, além de teia e excrementos. Cada acaricida foi testado, individualmente, empregando delineamento pareado com escolha constando de dois tratamentos (acaricida versus testemunha) e 10 repetições cada. Nos intervalos de 1, 3, 6, 12, 24 e 48 h observou-se o número de ácaros predadores em cada disco e, após 48 h, a oviposição. Os resultados foram submetidos à análise de frequência de escolha testando a hipótese de igualdade de escolha e oviposição adotando o Proc Freq do SAS e

interpretado mediante o teste de teste qui-quadrado a 5% de probabilidade, mediante o programa computacional SAS version 8.02 (SAS Institute 2001).

## Resultados e Discussão

**Efeitos Subletais de Acaricidas sobre *Tetranychus urticae*.** O óleo emulsionável de *J. curcas* foi altamente eficaz no controle de *T. urticae*, pois começou a reduzir a sua população, a partir da CL<sub>30</sub>, e foi o único capaz de levar a população à extinção, quando testado nas CL<sub>S</sub> 70, 80 e 90. *R. communis* só conseguiu desestabilizar, negativamente, a população de *T. urticae*, a partir da CL<sub>80</sub>, e Azadiractina A/B da CL<sub>90</sub>. Dentre os produtos naturais, Azadiractina 1%, foi o único que não conseguiu levar a população de *T. urticae* ao declínio, enquanto que espiromesifeno começou a atuar, negativamente, sobre o crescimento populacional de *T. urticae*, a partir da CL<sub>60</sub> (Fig. 1).

**Efeitos Subletais de Acaricidas sobre *Phytoseilus macropilis*.** A população final de *P. macropilis* diferiu, estatisticamente, entre os tratamentos ( $F_{5, 59} = 9,69$ ;  $P < 0,0001$ ). Quando exposta a espiromesifeno, *J. curcas* e Azadiractina 1%, a população de *P. macropilis* tendeu à extinção, porém em relação a *R. communis* e Azadiractina A/B, continuou crescendo (Tabela 1).

No presente trabalho comprovou-se que a taxa instantânea de crescimento populacional foi muito eficaz na avaliação dos efeitos subletais do acaricida sintético espiromesifeno e produtos naturais sobre *T. urticae* e *P. macropilis* (Stark *et al.* 1997, Stark & Banken 1999, Stark & Baken 2003). Além disso, constitui um diferencial sobre a maioria das pesquisas que vem sendo desenvolvidas, principalmente por avaliarem apenas parâmetros específicos de forma isolada, como a fecundidade e fertilidade (Marcic *et al.* 2009, Hamedi *et al.* 2010, Hamedi *et al.* 2011).

Pesquisas sobre efeitos subletais de agrotóxicos têm grande importância nos programas de controle de pragas e seus inimigos naturais, pois as concentrações podem influenciar de modo positivo ou negativo o desempenho das espécies nos agroecossistemas, como por exemplo, o

comportamento, crescimento populacional, reprodução e longevidade. Exemplificando, o agrotóxico Acaridoil 13 SL, na concentração de 2478 ppm, afetou o crescimento populacional de *T. urticae*, mas não prejudicou *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, em *Phaseolus vulgaris* L., sendo considerado seletivo e recomendado para o manejo desta praga (Tsolakis & Ragusa 2008). Por outro lado, o enxofre comprometeu, drasticamente, o crescimento populacional de *Iphiseiodes zuluagai* Demark & Muma, em café, além de afetar a sua reprodução, quando aplicado na concentração recomendada para o controle de *Oligonychus ilicis* McGregor, o qual não foi afetado (Teodoro *et al.* 2005). As concentrações subletais (CL<sub>S</sub> 10, 20 e 30) de abamectina e fenpiroximate prejudicaram a fecundidade e a longevidade de *Phytoseius plumifer* (Canestrini & Franzago), quando alimentado com *T. urticae*, em *P. vulgaris* L. (Hamedi *et al.* 2010, Hamedi *et al.* 2011). Poletti *et al.* (2008) observaram que os acaricidas fenprotrina, cloridrato de formetanato e piridabem, e os inseticidas buprofenzina e beta-cipermetrina, aplicados nas concentrações comerciais para ornamentais e hortaliças, levaram a população de *P. macropilis* à extinção, após sete dias de exposição.

Estes resultados estão de acordo com os apresentados no presente trabalho, com exceção de Azadiractina 1% que não foi capaz de desestabilizar, negativamente, o crescimento populacional de *T. urticae*. No entanto, o crescimento populacional de *P. macropilis* foi afetado por espiromesifeno, *J. curcas* e azadiractina 1%. Martinez-Villar *et al.* (2005), avaliando o efeito da formulação comercial de nim (Aling CE 32g i.a/Kg), na concentração de 128 ppm, observou redução na fecundidade, mas não sobre a fertilidade de *T. urticae* em feijão. No presente trabalho, os produtos a base de azadiractina tenderam a diminuir a população desta praga com o aumento da concentração, mas não a levaram à extinção. Espiromesifeno na concentração de 288 mg L<sup>-1</sup>, pulverizado sobre *T. urticae* e *Neoseiulus californicus* (McGregor), em discos de folha de morango, levou a população da praga à extinção, mas não afetou o crescimento populacional do

predador, sendo considerado promissor para o manejo de *T. urticae* em morangueiro (Sato *et al.* 2011). No presente trabalho, esse acaricida testado na CL<sub>50</sub> para a praga, não afetou o seu crescimento populacional, mas desestabilizou o crescimento populacional de *P. macropilis*, evidenciando a importância deste tipo de pesquisa para espécies diferentes de fitoseídeos.

**Repelência de Acaricidas sobre *Tetranychus urticae*.** Não houve diferença estatística entre o óleo de *R. communis* e a testemunha em todos os períodos testados: 1 h ( $\chi^2 = 0,0026$ ; P = 0,9596), 3 h ( $\chi^2 = 0,0874$ ; P = 0,7675), 6 h ( $\chi^2 = 0,0874$ ; P = 0,7675), 12 h ( $\chi^2 = 0,0874$ ; P = 0,7675), 24 h ( $\chi^2 = 0,0000$ ; P = 1,0000) e 48 h ( $\chi^2 = 0,0641$ ; P = 0,8001). No entanto, ocorreu diferença na preferência para a postura, onde 100% (936) dos ovos foram colocados nos discos da testemunha ( $\chi^2 = 624,0$ ; P = <,0001). Os tratamentos *J. curcas*, Azadiractina A/B e Azadiractina 1% foram repelentes, a partir da primeira hora de avaliação até o final após 48 h de exposição; espiromesifeno foi repelente, a partir de 24h. Todos eles, também, foram repelentes para a postura, sendo que Azadiractina A/B e Azadiractina 1% causaram 100% de repelência, enquanto espiromesifeno e *J. curcas* provocaram 96,6% e 96,9%, respectivamente (Fig. 2). Pontes *et al.* (2011) observaram efeito repelente de extratos de folhas e ramos de quatro espécies de *Croton* (*C. jacobinensis*, *C. rhamnifolius*, *C. sellowii* e *C. micans*) na concentração de 1% para *T. urticae* em *C. ensiformes*. Esta praga, também, foi repelida por Acaridoil 13SL em discos de folha de feijão, preferindo, inclusive fazer postura em discos não tratados (Tsolakis & Ragusa 2008). O efeito repelente, combinado com a mortalidade, é uma propriedade importante a ser considerada na escolha de um agrotóxico, para o controle de pragas. De modo geral, quanto maior a repelência menor será a infestação, diminuindo, assim, as perdas causadas pelas pragas nas diversas culturas. Este efeito já é conhecido, principalmente, nos inseticidas/acaricidas botânicos (Isman 2006). Ainda segundo Tsolakis & Ragusa (2008), a repelência deve ser considerada uma importante estratégia dentro do

controle de ácaros fitófagos, pois, apesar de não eliminar sua população, causa redução e permite que inimigos naturais permaneçam na área e façam o controle da mesma.

**Repelência de Acaricidas sobre *Phytoseiulus macropilis*.** *R. communis* começou a provocar repelência em *P. macropilis* 3 h após à exposição, enquanto *J. curcas* foi repelente em todas as avaliações. Azadiractina 1% começou a apresentar efeito repelente, após 6 h, contudo, estes tratamentos foram repelentes para postura, pois 100% dos ovos foram colocados nos discos da testemunha (Fig. 3). Não houve diferença estatística entre o espiromesifeno e a testemunha em todos os períodos testados: 1 h ( $\chi^2 = 0,0715$ ; P = 0,7891), 3 h ( $\chi^2 = 0,0$ ; P = 1,0000), 6 h ( $\chi^2 = 2,925$ ; P = 0,0872), 12 h ( $\chi^2 = 2,925$ ; P = 0,0872), 24 h ( $\chi^2 = 3,4632$ ; P = 0,0627) e 48 h ( $\chi^2 = 0,1714$ ; P = 0,6788). No entanto, ocorreu diferença na preferência para a postura, onde 85,7% (12) dos ovos foram colocados nos discos da testemunha e 14,3% (2) no tratamento ( $\chi^2 = 624,0$ ; P < 0,0001). A repelência do predador *P. macropilis*, também não diferiu entre discos tratados com Azadiractina A/B e discos tratados com água (testemunha), em todos os períodos testados (P > 0,05). Entretanto, houve diferença para a postura, onde 97,5% (91) dos ovos foram colocados na testemunha.

Alguns artrópodes são capazes de mudar seu comportamento, percebendo os agrotóxicos, através de seus órgãos sensoriais (Haynes 1988). Teodoro *et al.* (2009) concluíram que a habilidade de ácaros predadores localizarem suas presas, deve ser considerada em estudos com concentrações subletais de agrotóxicos, pelo fato destas poderem afetar, negativamente, esta capacidade. Assim, os mesmos autores observaram que não houve diferença na escolha de *I. zuluagai* por plantas de café infestadas ou não com *O. ilicis*, quando o mesmo foi exposto ao óxido de fembutatim. Entretanto, na ausência do agrotóxico, o predador preferiu plantas infestadas com a presa. Fêmeas de *P. persimilis* foram repelidas por Acaridoil 13 SL em discos de folha de feijão (*P.*

*vulgaris* L.), preferindo colocar os ovos nos discos não tratados (Tsolakis & Ragusa 2008). No presente trabalho, *P. macropilis* não foi capaz de diferenciar discos tratados com espiromesifeno e Azadiractina A/B, daqueles tratados com água, e isso foi prejudicial à sua fecundidade. Além disso, no tratamento com espiromesifeno ocorreu mortalidade elevada deste ácaro. Isso leva a concluir que estudos desta natureza são fundamentais para o manejo de ácaros-praga no agroecossistema algodoeiro.

A capacidade que *T. urticae* e *P. macropilis* demonstraram no momento de escolher o local para fazer a postura, não colocando os ovos nos discos tratados, sugere um comportamento de defesa da fêmea em prol da descendência, assegurando, assim, a perpetuação da espécie. Portanto, futuros estudos deverão investigar este comportamento de reconhecimento de área tratada por ácaros.

Os resultados apresentados neste estudo demonstraram a importância de analisar os efeitos subletais de acaricidas sobre a praga e seus inimigos naturais, pois a avaliação apenas da toxicidade pode levar a interpretações equivocadas. Na literatura, muitos produtos naturais são amplamente divulgados como seletivos para inimigos naturais. No entanto, *J. curcas* e Azadiractina 1% testados em uma concentração subletal para *T. urticae*, levaram a população de *P. macropilis* ao declínio. O mesmo ocorreu com espiromesifeno, pois na CL<sub>50</sub>, afetou a população do predador, mas não prejudicou a praga. Este fato acarretaria consequências negativas para o uso simultâneo do controle químico e biológico de *T. urticae*. Entretanto, os produtos naturais *R. communis* e azadiractina A/B, permitiram o crescimento populacional positivo do predador, sendo os mesmos promissores para o manejo desta praga, pois ocasionaram efeito negativo na taxa instantânea de crescimento populacional da praga, podendo assim ser utilizado em sub-concentrações quando consorciado com *P. macropilis*. Por outro lado, o óleo de nim Azadiractina 1% não conseguiu desestabilizar o crescimento populacional da praga.

## Agradecimentos

À FACEPE/CAPES e ao CNPq, pela concessão de bolsas de estudos e de produtividade em pesquisa. À PROMIP, pela disponibilidade dos ácaros predadores.

## Literatura Citada

- Cheon, G.S., C.H. Paik, G.H. Lee & S.S. Kim. 2007.** Toxicity of spiroticlofen to the predatory mite, *Amblyseius wowersley* (Acari: Phytoseiidae), and its prey, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Entomol. Sci.* 42: 44-51.
- Desneux, N., A. Decourtye & J.M. Delpuch. 2007.** The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 52: 81-106.
- Esteves Filho, A.B., J.V. de Oliveira, J.B. Torres & M.G.C. Gondim Jr. 2010.** Biologia comparada e comportamento de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em algodoeiro Bollgard<sup>TM</sup> e isolinha não-transgênica. *Neotrop. Entomol.* 39:338-344.
- Ferla N.J., M.M. Marchetti & D. Gonçalves. 2007.** Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp, Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. *Biota Neotrop.* 7: 1-8.
- Foerster, L.A. 2002.** Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides, p. 95-114. In Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.). *Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores.* São Paulo, Manole, 609p.
- Forbes, V.A. 2000.** Is hormesis an evolutionary expectation? *Funct. Ecol.* 12-24.
- Gondim Júnior, M.G.C. & J.V. Oliveira. 2001.** Ácaros de fruteiras tropicais: importância econômica, identificação e controle, p. 311-349. In Michereff, S.J & R. Barros. *Proteção de plantas na agricultura sustentável.* Recife, UFRPE, 368p.
- Grbic, M., T.V. Leeuwen, R.M. Clark, S. Rombauts, P. Rouze, V. Grbic, E.J. Osborne, W. Dermauw, P.C.T. Ngoc, F. Ortego, P. Hernández-Crespo, I. Diaz, M. Martinez, M. Navajas, E. Sucena, S. Magalhães, L. Nagy, R.M. Pace, S. Djuranovic, G. Smagghe, M. Iga, O. Christiaens, J.A. Veenstra, J. Ewer, R.M. Villalobos, J.L. Hutter, S.D. Hudson, M. Velez, S.V. Yi, J. Zeng, A. P. da Silva, F. Roch, M. Cazaux, M. Navarro, V. Zhurov, G. Acevedo, A. Bjelica, J.A. Fawcett, E. Bonnet, C. Martens, G. Baele, L. Wissler, A. Sanchez-Rodriguez, L. Tirry, C. Blais, K. Demeestere, S.R. Henz, T.R. Gregory, J. Mathieu, L. Verdon, L. Farinelli, J. Schmutz, E. Lindquist, R. Feyereisen & Y.V. de Peer. 2011.** The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature* 479: 487-492.

- Hamed, N., Y. Fathipour & M. Saber. 2010.** Sublethal effects of fenpyroximate on life table parameters of the predatory mite *Phytoseius plumifer*. *BioControl* 55:271–278.
- Hamed, N., Y. Fathipour & M. Saber. 2011.** Sublethal effects of abamectin on the biological performance of the predatory mite, *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 53: 29-40.
- Haynes, K.F. 1988.** Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. *Annu. Rev. Entomol.* 33:149-168.
- Hoy, M.A. 2011.** Agricultural acarology: Introduction to integrated mite management. Boca Raton, CRC Press, 410p.
- Ibrahim, Y.B. & T.S. Yee. 2000.** Influence of sublethal exposure to abamectin on the biological performance of *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* 93: 1085-1089.
- Isman, M.B., 2006.** Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 45-66.
- Isman, M.B., S. Miresmailli & C. Machial. 2011.** Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. *Phytochem. Rev.* 10:197–204.
- James, D.G. 1997.** Imidacloprid increase egg production in *Amblyseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 21: 75-82.
- Jepson, L.R., H.H. Keifer & E.W. Baker. 1975.** Mites injurious to economic plants. California, University of California Press, 614p.
- Luckey, T.D. 1968.** Insecticide hormoligosis. *J. Econ. Entomol.* 61: 7-12.B
- Marcic, D. 2005.** Sublethal effects of tebufenpyrad on the eggs and immatures of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Exp. Appl. Acarol.* 36: 177–185.
- Marcic, D. 2007.** Sublethal effects of spirodiclofen on life history and life-table parameters of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Exp. Appl. Acarol.* 42:121–129.
- Marcic, D., I. Ogurlic, S. Mutavdzic & P. Peric. 2009.** The effect of Spiromesifen on the reproductive potential of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Pestic. Phytomed.* 24: 203-209.
- Martinez-Villar, E., F.J. Sáenz-de-Cabesón, F. Moreno-Grijalba, V. Marco & I. Pérez-Moreno. 2005.** Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Exp. Appl. Acarol.* 35: 215-222.

- Moraes, G.J. & C.H.W. Flechtmann. 2008.** Manual de acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Editora Holos, 308p.
- Oliveira, C.A.L., & G. Calcagnolo. 1975.** Ação do ácaro "rajado" *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) na depreciação quantitativa da produção algodoeiro. *O Biológico* 41: 307-327.
- Poletti, M., L.P. Collette & C. Omoto. 2008.** Compatibilidade de agrotóxicos com os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *BioAssay* 3:1-14.
- Pontes, W.J.T., J.C.G. de Oliveira, C.A.G. da Câmara, C.P.O. de Assis, J.V. de Oliveira, M.G.C. Gondin Júnior & R. Barros. 2011.** Effects of the ethanol extracts of leaves and branches from four species of the genus *Croton* on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *BioAssay* 6: 1-5.
- Raizer, A.J., J.M. Silva, M. Takaoka, R. Motta, W.Y. Katg & F.A.M. Mariconi. 1985.** Defensivos químicos (especialmente novos produtos) no combate ao ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch, 1836, em cultura de algodão. *An. E.S.A. Luiz de Queiroz.* 42: 585-598.
- Reis, P.R., L.G. Chiavegato, E.B. Alves & E.O. Sousa. 2000.** Ácaros da família Phytoseiidae associados aos Citros no Município de Lavras, Sul de Minas Gerais. *An. Soc. Entomol. Brasil* 29: 95-104.
- SAS Institute 2001.** SAS/STAT User's guide, version 8.2, TS level 2MO. SAS Institute. Inc., Cary, N.C.
- Sato, M.E., M.Z. Silva, A. Raga, K.G. Cangani, B. Veronez & R.L. Nicastro. 2011.** Spiromesifen toxicity to the spider mite *Tetranychus urticae* and selectivity to the predator *Neoseiulus californicus*. *Phytoparasitica* 39: 437-445.
- Stark, J. D. & J. E. Banks. 2003.** Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 48: 505-519.
- Stark, J.D. & J.A.O. Banken. 1999.** Importance of population structure at the time of toxicant exposure. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 42: 282-287.
- Stark, J.D., L. Tanigoshi, M. Bounfour & A. Antonelli. 1997.** Reproductive: Its influence on the susceptibility of a species to pesticides. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 37: 273-279.
- Teodoro, A.V., A. Pallini & C. Oliveira. 2009.** Sub-lethal effects of fenbutatin oxide on prey location by the predatory mite *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 47: 293-299.
- Teodoro, A.V., M.A.M. Fadini, W.R.P. Lemos, R.N.C. Guedes & A. Pallini. 2005.** Lethal and sub-lethal selectivity of fenbutatin oxide and sulfur to the predator *Iphiseiodes zuluagai*

(Acari: Phytoseiidae) and its prey, *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae), in Brazilian coffee plantations. *Exp. Appl. Acarol.* 36: 61–70

**Tsolakis, H. & S. Ragusa. 2008.** Effects of a mixture of vegetable and essential oils and fatty acid potassium salts on *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 70: 276–282.

**Vasconcelos, G.J.N., F.R. da Silva, D.G.F. Barbosa, M.G.C. Gondim Jr. & G.J. de Moraes. 2006.** Diversidade de fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) em fruteiras tropicais no estado de Pernambuco, Brasil. *Magistra* 18: 90-101.

**Watanabe M.A, G.J. Moraes, I. Gastaldo Jr. & G. Nicolella. 1994.** Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. *Sci. Agric.* 51: 75-81.

Tabela 1. Efeito de espiromesifeno e produtos naturais, testados na CL<sub>50</sub> para *Tetranychus urticae*, sobre o crescimento populacional de *Phytoseiulus macropilis*.

Tratamento	$N_f^1$	$r_i^2$
Testemunha	403,0	0,21a <sup>3</sup>
<i>Ricinus communis</i>	97,2	0,07b
Azadiractina A/B	57,1	0,01b
Espiromesifeno	19,6	-0,09b
Azadiractina 1%	18,6	-0,10b
<i>Jatropha curcas</i>	12,6	-0,14b

<sup>1</sup>Número total de ácaros predadores (ovos, formas imaturas móveis e adultos), sete dias após o tratamento.

$$^2(r_i) = \ln (N_f / N_0) / \Delta t$$

<sup>3</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P > 0,05).

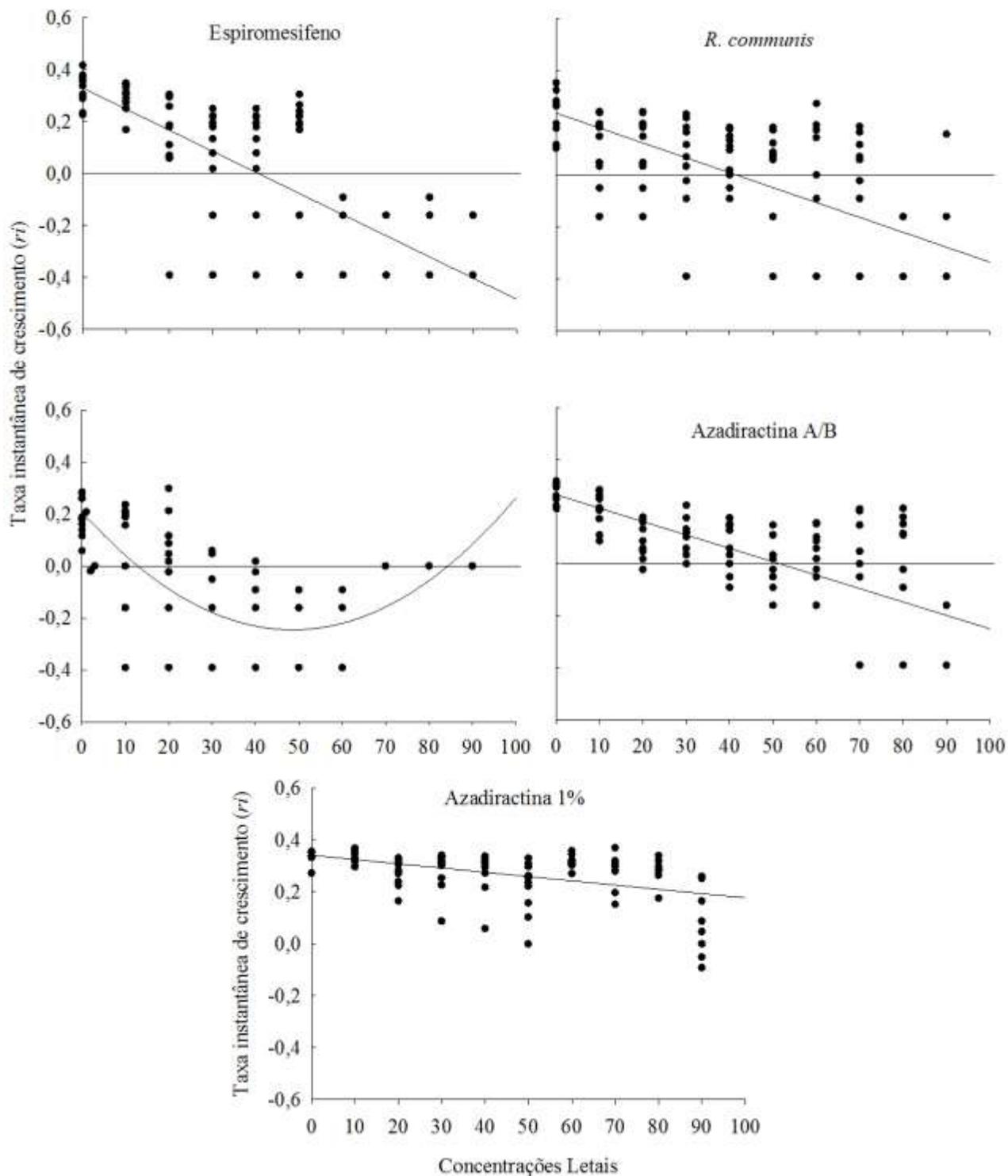


Figura 1. Efeito de concentrações subletais de espiromesifeno e produtos naturais, (●) observada e (○) esperada, no crescimento populacional de *Tetranychus urticae*, em algodoeiro.

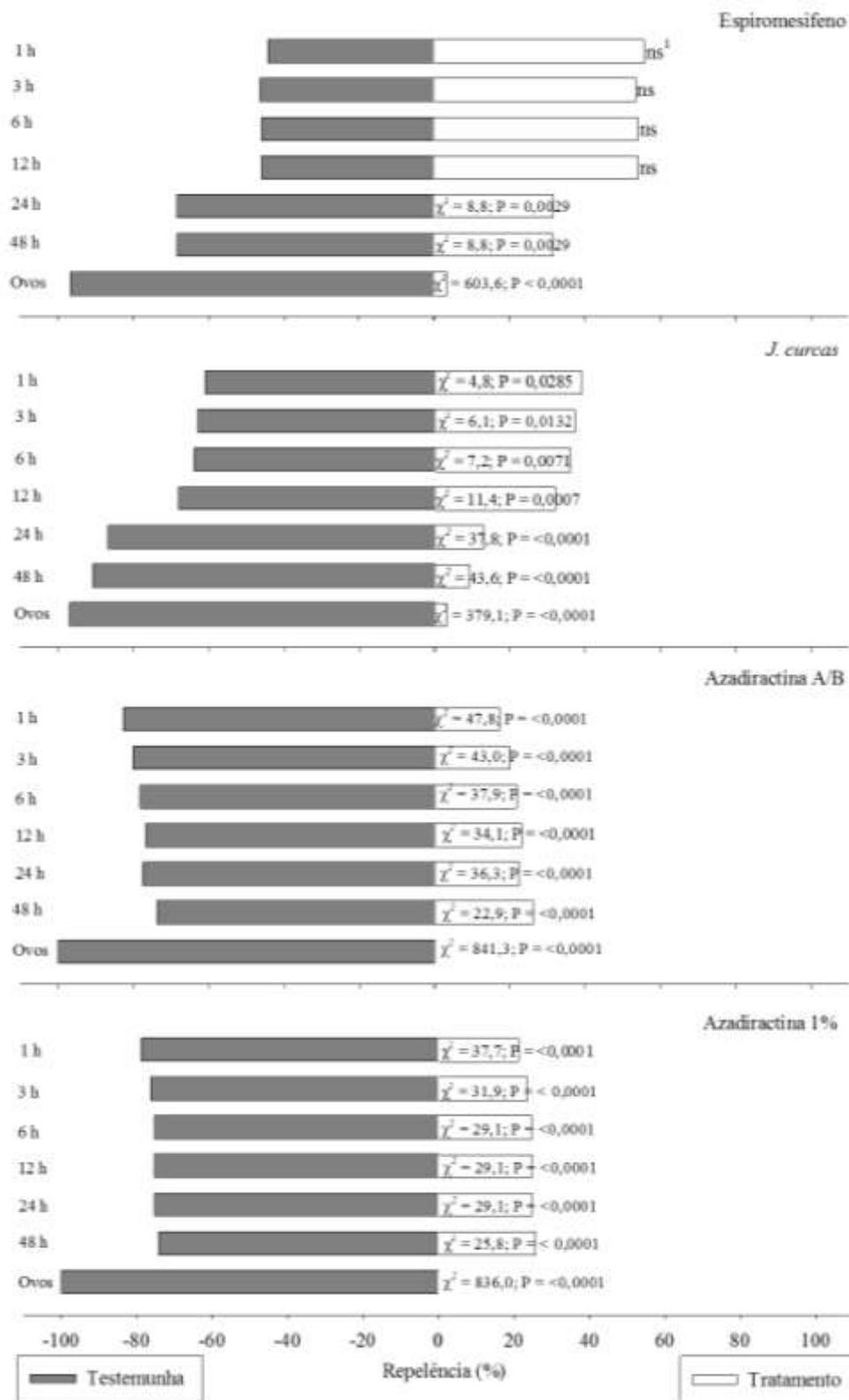


Figura 2. Repelência de Espiromesifeno e produtos naturais sobre fêmeas adultas e postura de *Tetranychus urticae*.<sup>ns</sup> Não significativo.

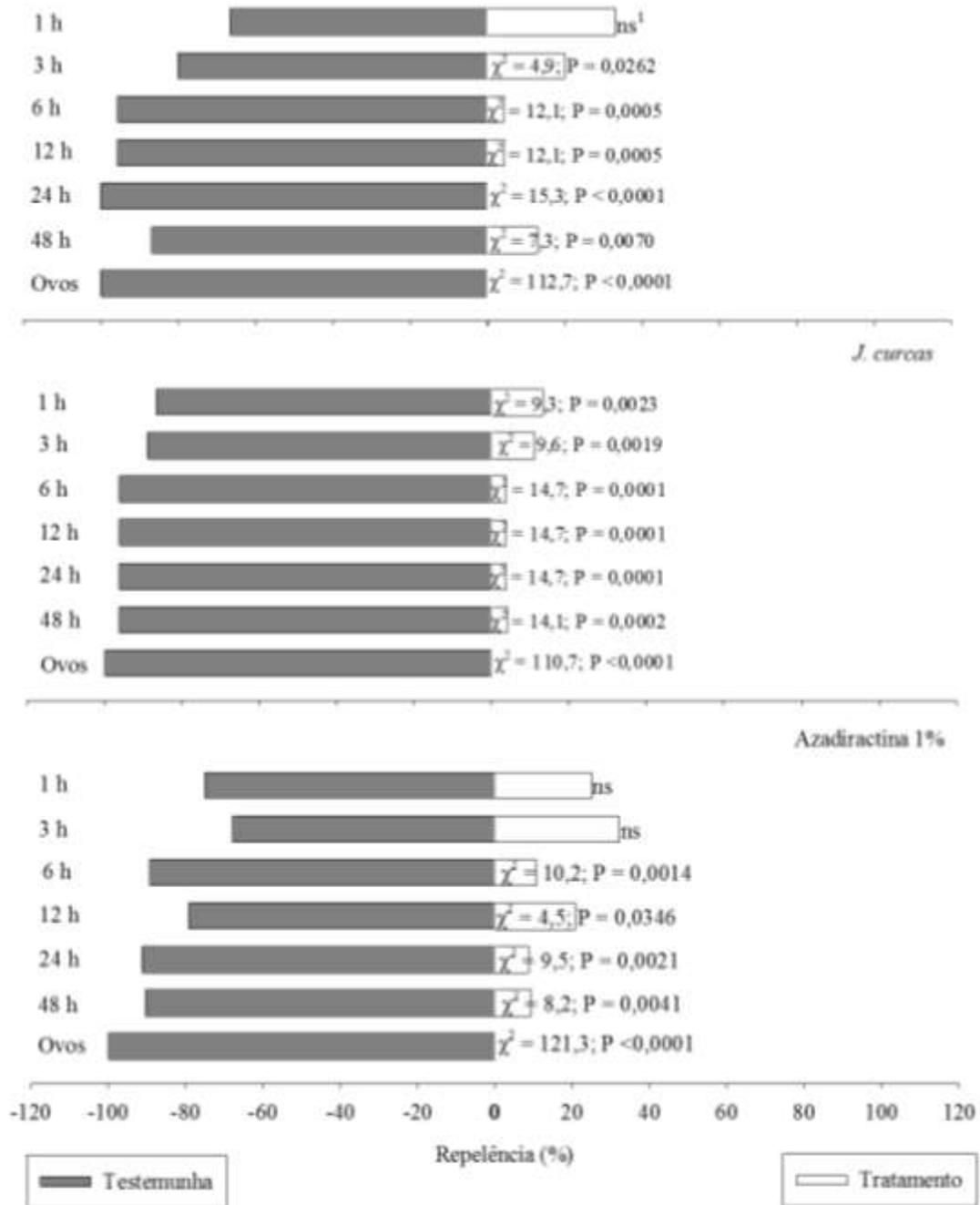


Figura 3. Repelência de produtos naturais sobre fêmeas adultas e postura de *Phytoseiulus macropilis*. <sup>ns</sup>Não significativo

## CAPÍTULO 4

### EFICIÊNCIA RESIDUAL DE ACARICIDAS SINTÉTICOS E PRODUTOS NATURAIS PARA *Tetranychus urticae* KOCH, EM ALGODOEIRO<sup>1</sup>

ALBERTO B. ESTEVES FILHO<sup>2</sup>, JOSÉ V. OLIVEIRA<sup>2</sup> E CLÁUDIA H. C. MATOS<sup>3</sup>

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia-Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av.  
Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos 52171-900 Recife, PE.

<sup>3</sup>Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Fazenda Saco, s/n. Caixa Postal 063. Serra  
Talhada, PE.

---

<sup>1</sup>Esteves Filho, A.B., J.V. Oliveira & C.H.C. Matos. Eficiência residual de acaricidas sintéticos e produtos naturais para *Tetranychus urticae* Koch, em algodoeiro. A ser submetido.

RESUMO - Este trabalho foi realizado, visando contribuir com o manejo de pragas do algodoeiro, cultura importante para o Brasil. Os objetivos foram avaliar a eficiência residual de acaricidas sintéticos e produtos naturais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Kock (Acari: Tetranychidae) e o efeito sobre a sua fecundidade. Os acaricidas sintéticos fenpropratrina, clorfenapir, diafentiurom, abamectina e espiromesifeno e os naturais, óleos emulsionáveis de nim, *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), Azadiractina 1% e Azadiractina A/B, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) e *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) foram avaliados. Plantas de algodão foram pulverizadas com os acaricidas sintéticos na concentração recomendada pelos fabricantes, enquanto os naturais foram empregados na concentração de 1%. Folhas das plantas tratadas e não tratadas foram coletadas nos intervalos de 3h, 1, 2, 4, 8 e 16 dias após a aplicação. Em laboratório, discos de folhas de 5 cm de diâmetro foram infestados com 15 fêmeas de *T. urticae*. A mortalidade e a fecundidade foram avaliados 48 h após a infestação. Assim, foram calculadas, as porcentagens de mortalidade e de redução de postura em relação às fêmeas confinadas em discos não tratados. Os acaricidas sintéticos fenpropratrina, clorfenapir, diafetiuirom e abamectina, causaram mortalidade de fêmeas adultas superior a 98% até quatro dias após aplicação. Fenpropratrina, diafentiurom, abamectina e espiromesifeno foram os que mais reduziram a fecundidade. Os produtos naturais foram eficientes apenas na primeira avaliação para adultos, enquanto a redução de postura variou entre os tratamentos. *R. communis* não foi eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: Acari, controle químico, controle alternativo, efeito letal, efeito subletal, efeito residual

## RESIDUAL EFFICACY OF SYNTHETIC ACARICIDES AND NATURAL PRODUCTS FOR

### *Tetranychus urticae* KOCH IN COTTON

**ABSTRACT** – This work was carried out aiming to contribute with the cotton pest management, a major crop in Brazil. The study evaluated the residual control of *Tetranychus urticae* Kock (Acari: Tetranychidae) using synthetic and natural acaricides and the effects of these products on reproductive output of the females. The synthetic acaricides fenpropathrin, chlorfenapyr, diafenthiuron, abamectin and spiromesifen and the natural products based on neem, *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), Azadirachtin 1%, Azadirachtin A/B, and oils of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) and *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) were investigated. Cotton plants were sprayed with the synthetic acaricides using the recommended field rate to control *T. urticae* in cotton, while the natural products were applied at 1% concentration. Leaves of treated and untreated plants were collected at 3h, 1, 2, 4, 8 and 16 days intervals after spraying. In the laboratory, leaf discs of 5 cm diameter were infested with 15 females of *T. urticae*. The mortality of the mite and the number of eggs were evaluated 48h after infestation. Percentages of mortality and decreasing of oviposition in relation to the females infesting untreated plants were calculated. The acaricides fenpropathrin, chlorfenapyr, diafenthiuron, and abamectin promoted mortality of *T. urticae* over 98% up to the four days after application. Fenpropathrin, diafenthiuron, abamectin, and spiromesifen were the acaricides that most reduced the female fecundity. For adult mites, the botanical acaricides were effective only at the first evaluation, while the effect of decreasing oviposition ranged among the acaricides, and oil of *R. communis* was not efficacious against *T. urticae*.

**KEY WORDS:** Acari, chemical control, acaricides, lethal effect, sublethal effect

## Introdução

A cadeia produtiva do algodão (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch) movimenta muitos recursos para o Brasil, o qual é o quinto produtor mundial, perdendo apenas para a China, Índia, Estados Unidos e Paquistão (Cotton Incorporated 2011), e o terceiro maior exportador mundial desta fibra (MAPA 2011). Em 2011 foi plantado no país mais de 1,4 milhões de ha de algodão, com produtividade média de 2.303,00 kg/ha de algodão em caroço (CONAB 2011).

Durante suas diferentes fases fenológicas, o algodoeiro é atacado por um complexo de pragas, algumas de grande importância econômica (Gallo *et al.* 2002, Pereira *et al.* 2006, Pedigo & Rice 2009). Dentre os ácaros, destaca-se o ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), devido ao seu grande potencial em se desenvolver em diferentes culturas (Moraes & Flechtmann 2008, Hoy 2011). No algodoeiro causa injúrias nas folhas, resultando em redução de produção e das características das fibras (Oliveira & Calcagnolo 1975), além de infestar também plantas frutíferas, ornamentais e cultivadas em sistema protegido (Jepson *et al.* 1975, Gondim Júnior & Oliveira 2001, Gerson & Weintraub 2012).

O controle de *T. urticae* nas diferentes plantas hospedeiras, geralmente, é feito com o uso de inseticidas/acaricidas sintéticos ou naturais, de maneira isolada ou em programas de manejo integrado de pragas. No Brasil são registrados 48 acaricidas comerciais para o controle desta praga em algodoeiro (AGROFIT 2011). Os efeitos residual e subletal de acaricidas são requisitos importantes no momento da escolha do produto para o controle de *T. urticae*, pois permitem estimar uma medida significativa do impacto dos agrotóxicos na espécie-alvo (Stark *et al.* 1997). Neste contexto, alguns trabalhos com inseticidas/acaricidas sintéticos e botânicos vem sendo realizados com o intuito de elucidar estes efeitos sobre populações de *T. urticae* (Cote *et al.* 2002, Potenza *et al.* 2006). Entretanto, pesquisas com inseticidas/acaricidas de grupos químicos e

modos-de-ação diversos fazem-se necessárias para incrementar o manejo desta praga em algodoeiro.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência residual de acaricidas sintéticos e naturais sobre fêmeas adultas de *T. urticae*, e sobre sua fecundidade, em algodoeiro.

### **Material e Métodos**

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação e no Laboratório de Entomologia Agrícola da Área de Fitossanidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com temperatura e umidade relativa monitoradas e fotofase de 12 h.

**Criação de *Tetranychus urticae*.** Os ácaros foram criados por várias gerações em plantas de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* D.C.), cultivadas em vasos plásticos de 5 L de capacidade, contendo solo arenoso e mantidas em casas-de-vegetação. Esta criação é mantida no Laboratório de Entomologia Agrícola desde 2001. Após 10 dias do plantio, as plantas foram infestadas com fêmeas adultas de *T. urticae*, provenientes da criação estoque. A infestação foi efetuada com folhas de plantas atacadas colocadas sobre plantas sadias.

**Acaricidas Testados.** Foram testadas formulações comerciais dos acaricidas sintéticos fenprotrina (Danimen 300 EC); clorfenapir (Pirate 240 SC); diafentiurom (Polo 500 WP); abamectina (Kraft 36 EC) e espiromesifeno (Oberon 240 SC), e os produtos naturais, óleos emulsionáveis de nim, Azadiractina A/B (Azamax 12 CE), *Azadirachta indica* A. Juss (Azadiractina 1% - Quinabra), Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e Mamona (*Ricinus communis* L), obtidos na Fazenda Tamanduá, Patos, PB.

**Eficiência Residual de Acaricidas.** Sementes de algodoeiro, cultivar BRS 8H, foram cultivadas em vasos plásticos de 5 L, contendo solo e húmus de minhoca, na proporção de 2:1 e 10g de NPK (na formulação 4-14-8) em casa-de-vegetação da área de Fitossanidade da UFRPE. Aos 35 dias

após o plantio, as plantas foram pulverizadas com os respectivos acaricidas comerciais na dosagem recomendada para o controle de *T. urticae* em algodoeiro. A dosagem utilizada para os produtos naturais foi de 1%, e a testemunha não foi pulverizada. As pulverizações foram realizadas nas primeiras horas da manhã, em local aberto, com auxílio de um pulverizador costal de 20 L, com bico tipo cone vazio, até o ponto de escorrimento da calda. Após uma hora, as plantas foram colocadas no interior da casa-de-vegetação e identificadas. A temperatura e umidade relativa do ar foram medidas com Datalogger HOBO<sup>®</sup> (Onset Computer Corp.), a intervalos de quatro horas, no interior da casa-de-vegetação. Assim, durante o período de avaliação dos experimentos, as plantas foram mantidas sob temperatura de  $26 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ,  $78 \pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 h. De cada tratamento foram coletadas amostras de folhas nos intervalos de 3 h, 1, 2, 4, 8 e 16 dias após a aplicação dos produtos. Em laboratório, foram retirados discos de folha de 3,5 cm de diâmetro de cada tratamento para a instalação dos bioensaios. As arenas foram confeccionadas com os discos, sobrepostos sobre papel de filtro umedecido por uma esponja saturada em água e mantidos no interior de bandejas plásticas. Em seguida, cada disco de folha foi infestado com 15 fêmeas adultas de *T. urticae* e colocado em câmara climática, regulada para à temperatura de  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , e  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 h. A mortalidade foi avaliada com 48 h após a infestação, sendo considerados mortos os ácaros que não se moviam, vigorosamente, após um leve toque com pincel de pêlo fino. Os experimentos individuais foram efetuados no delineamento experimental inteiramente casualizado, constando de dois tratamentos (acaricida x testemunha), dez repetições e seis intervalos de avaliação. Neste estudo foram considerados eficientes os acaricidas que causaram mortalidade igual ou superior a 60%.

**Análises Estatísticas.** A porcentagem de mortalidade em cada intervalo de avaliação foi submetida à análise de variância para comparação, considerando o procedimento de medidas repetidas no tempo (intervalos de avaliação) e produtos como tratamentos, em delineamento inteiramente casualizado (SAS Institute 2001). Desta maneira, testaram-se estruturas de matriz de variância e covariância para modelagem das correlações entre as medidas repetidas (Malheiros 2004). Em cada intervalo de avaliação, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P = 0,05$ ) e os dados não precisaram de transformação. Para calcular a porcentagem média de redução da fecundidade, utilizou-se a fórmula adaptada de Obeng-Ofori (1995).

### **Resultados e Discussão**

Os acaricidas sintéticos fenpropratrina, clorfenapir, diafentiurom e abamectina, causaram mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae* superior a 89% até os quatro dias de avaliação, mas permaneceram eficientes, com mortalidade acima de 75%, até a sexta avaliação (Figs. 1A, B, D e E). Espiromesifeno foi eficiente em todos os intervalos testados, com exceção da segunda avaliação, com a mortalidade variando entre 66% e 91% (Fig. 1C). Azadiractina 1% proporcionou mortalidade de 74% na primeira avaliação, mas nas demais não foi eficiente (Fig. 2A). O mesmo foi observado para Azadiractina A/B, cuja mortalidade foi superior a 82% na primeira avaliação, e não apresentando eficiência nas demais (Fig. 2B). O óleo de *J. curcas* só foi considerado eficiente na primeira e na quarta avaliações, apresentando mortalidade superior a 65%, perdendo, posteriormente, a sua eficiência (Fig. 2C). A mortalidade causada por *R. communis* foi instável, variando entre 16 e 54% (Fig. 2D).

Os resultados demonstraram que os acaricidas sintéticos apresentaram maior eficiência residual, que os produtos naturais no decorrer das avaliações. Este comportamento já era esperado,

pois segundo Costa *et al.* (2004), os produtos naturais degradam-se com maior rapidez, o que dependendo da situação é desejável.

A luz é uma das principais causas de degradação dos agrotóxicos após sua aplicação no ambiente, a qual depende da duração da exposição, da intensidade e comprimento de onda luminosa, temperatura, umidade, formulação e composição química dos mesmos (Yu 2008). Estes fatores associados devem ter sido a causa da diferença do desempenho entre os acaricidas sintéticos e os produtos naturais, já que na primeira avaliação (três horas após a aplicação), com exceção de *R. communis*, causaram mortalidade de *T. urticae* superior a 65%, sofrendo variações e decrescendo em seguida, em todos os intervalos. Os acaricidas sintéticos, normalmente, possuem compostos fotossensibilizadores, que facilitam a transferência da energia da luz dentro do receptor químico, proporcionando estabilidade à molécula (Yu 2008). Este comportamento foi observado no presente estudo, já que todos os acaricidas sintéticos testados mostraram eficiência residual durante os 16 dias de avaliação.

O acaricida clorfenapir, utilizado no controle de *T. urticae*, em *Phaseolus lunatus* L., proporcionou 55% de mortalidade após 14 dias da aplicação (Cote *et al.* 2002). Os mesmos autores, também, verificaram que resíduos de bifentrina e abamectina causaram mortalidade significativa desse ácaro aos 3, 7 e 14 dias de avaliação, em relação à testemunha. No presente trabalho observou-se que abamectina causou mortalidade de *T. urticae* superior a 97% em todos os intervalos de avaliação, seguido por clorfenapir, com mortalidade superior a 89%. O bio-inseticida Spinetoram 12%, na concentração de 1mL/L de água, reduziu em 96,7% a população de fêmeas adultas de *T. urticae*, em plantas de berinjela, em condições de campo, cinco dias após a aplicação (Kady *et al.* 2007). Espirodiclofen usado na concentração comercial foi eficiente para *T. urticae* em pepino provocando mortalidades de 98,4 e 96,8% aos seis e dez dias após sua aplicação, respectivamente (Marcic *et al.* 2011). Espiromesifeno testado na concentração de 0,15 mL/L

provocou 87,9% de mortalidade de *T. urticae* em plantas de *Buddlei davidii* 56 dias após o tratamento (Cloyd *et al.* 2009). No presente trabalho espiromesifeno obteve resultado semelhante aos dois dias após a aplicação, entretanto aos 16 dias após a aplicação ainda era eficiente, causando mortalidade próxima a 80%..

Extratos de *Dieffenbachia brasiliensis* Veitch. (Araceae), *Ruta graveolens* L. (Rutaceae), *Allium cepa* L. (Liliaceae), *Agave angustifolia* Haw (Amaryllidaceae) e *Annona squamosa* L. (Annonaceae) reduziram a população de *T. urticae* em 86,87%, 83,95%, 80,97%, 76,30% e 75,40%, respectivamente, em plantas de *Phaseolus vulgaris* L., sete dias após a aplicação (Potenza *et al.* 2006). Estes resultados contrastaram com os obtidos para produtos naturais testados no presente trabalho, uma vez que os mesmos perderam a efetividade com maior rapidez (Tabela 1). No entanto, resultados obtidos com a formulação comercial de Natuneem a 1% reportaram mortalidade de 56% de fêmeas adultas de *T. urticae*, decorridos três dias após o tratamento (Brito *et al.* 2006), sendo compatível com os resultados obtidos neste estudo.

O momento adequado da aplicação é um fator de grande relevância, em relação à eficácia de agrotóxicos, sendo determinado pelas características e status da praga-alvo e condições ambientais (Pedigo & Rice 2009). Neste contexto, os acaricidas sintéticos, que se apresentaram com alto poder residual neste trabalho poderiam ser aplicados quando a população de *T. urticae* estivesse próxima a atingir o nível de controle, pois reduziria rapidamente a infestação por 16 dias. Por outro lado, os produtos naturais, que tiveram ação acaricida, mas não apresentaram alto poder residual, poderiam ser utilizados em associação com outras táticas de manejo, como por exemplo, o controle biológico com ácaros predadores fitoseídeos.

Os acaricidas fenpropratrina, diafetiurum, abamectina e espiromesifeno causaram as maiores reduções de 98,4, 96,5, 92,4 e 93,3% na fecundidade de *T. urticae*, respectivamente (Tabela 1). A redução causada por clorfenapir variou entre 38,8 e 81,4%, e para os óleos emulsionáveis de nim

(Azadiractina A/B e Azadiractina 1%), as reduções foram de 77,3% e 82,5%, respectivamente, na primeira avaliação, sendo que para o primeiro, nas avaliações seguintes, a redução decresceu drasticamente. No entanto, para Azadiractina 1% nas demais avaliações, a redução na fecundidade foi decrescente, variando entre 53 e 2,4%. O óleo de *J. curcas* causou redução estável entre a primeira e a quarta avaliações, variando entre 41 e 60%, entretanto nas duas últimas, a oviposição de *T. urticae* foi maior do que na testemunha. O óleo de *R. communis* causou redução de fecundidade entre 21,8 e 58% (Tabela 1).

À exemplo da mortalidade, os acaricidas sintéticos foram mais efetivos que os produtos naturais na redução da fecundidade de *T. urticae*, devido a sua maior eficiência residual. Esse comportamento pode variar entre diferentes classes de acaricidas, pois Ako *et al.* (2006) verificaram que imidacloprid na concentração de 100mg L<sup>-1</sup> reduziu a fecundidade de *T. urticae*, aos 16 dias após a aplicação.

Em relação aos produtos naturais, Martinez-Villar *et al.* (2005), estudando o efeito da formulação comercial de extrato de nim (Aling CE 32g i.a/Kg), na concentração de 128 ppm, observaram que este produto reduziu a fecundidade, mas não a fertilidade de *T. urticae* em feijão. Este parâmetro não foi avaliado no presente estudo, mas sim o efeito subletal, manifestado na redução da fecundidade de *T. urticae*, após vários dias da aplicação dos acaricidas, onde se observou que os produtos naturais não apresentaram efeito residual satisfatório.

Após o oitavo dia de avaliação, o óleo de *J. curcas* a 1% aumentou a fecundidade de *T. urticae*. Em condições de campo, esta concentração pode não ser suficiente para o controle desta praga, sendo, portanto, considerada subletal. Assim, uma estratégia que pode ser recomendada, seria a aplicação em menor intervalo de tempo, dificultando o crescimento populacional da praga. Menezes (2005) considerou que a baixa persistência de produtos naturais deve-se à sua rápida

degradação no ambiente, o que pode exigir aplicações mais frequentes. No entanto, pesquisas são necessárias para elucidar se estas aplicações repetidas seriam economicamente viáveis.

O efeito residual dos acaricidas serve de subsídios para o manejo de *T. urticae* no agroecossistema algodoeiro, principalmente para definir a quantidade de aplicações necessárias e, também, quando se pretende associar o controle químico com o biológico, com liberações massais de predadores. Sendo assim, estudos são necessários para elucidação dos possíveis efeitos dos acaricidas testados neste trabalho sobre predadores, principalmente, os ácaros da família Phytoseiidae, de maneira a auxiliar na escolha de um acaricida que seja efetivo contra a praga e seletivo para o inimigo natural, evitando assim o desequilíbrio biológico do agroecossistema. Deste modo, os produtos naturais testados no presente trabalho, com exceção de *R. communis*, demonstraram potencial para o manejo de *T. urticae*, tendo em vista que logo após a aplicação são capazes de reduzir pelo menos 65% da população da praga, perdendo rapidamente seu poder acaricida, dando assim oportunidade para predadores se alimentarem do restante da população, mantendo-a abaixo do nível de controle.

### **Agradecimentos**

À CAPES/FACEPE e ao CNPq pela concessão de bolsas de estudos e de produtividade em pesquisa. Ao Prof. Jorge Braz Torres (PPGEA-UFRPE), pelas sugestões.

### **Literatura Citada**

- AGROFIT (Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários). 2011.** Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso: 10/12/2012.
- Ako, M., H. Poehling, C. Borgemeister & R. Nauen. 2006.** Effect of imidacloprid on the reproduction of acaricide-resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Pest Manag. Sci.* 62: 419-424.

- Brito, H.M., M.G.C. Gondim Junior, J.V. Oliveira & C.A.G. Câmara. 2006.** Toxicidade de Natuneeen sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. Cienc. Agrotec. 30: 685-691.
- Cloyd, R.A., C.L. Galle, S.R. Keith & K.E. Kemp. 2009.** Evaluation of persistence of selected miticides against the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Hortscience. 44: 476-480.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) 2011.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>. Acesso:01/12/2011
- Costa, E.L.N., R.F.P. Silva & L.M. Fiuza. 2004.** Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. Acta Biol. Leopoldensia 26: 173-185.
- Cote, K.W., E.E. Lewis & P.B. Schultz. 2002.** Compatibility of acaricide residues with *Phytoseiulus persimilis* and their effects on *Tetranychus urticae*. HortScience 37: 906-909.
- Cotton Incorporated. 2011.** Disponível em: <http://www.cottoninc.com/MarketInformation/MonthlyEconomicLetter/>. Acesso em: 02/12/2011.
- Gallo, D., O. Nakano, S.Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Baptista, E.B. Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002.** Entomologia agrícola. Piracicaba, FEALQ, 920 p.
- Gerson, U. & P.G. Weintraub. 2012.** Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. Annu. Rev. Entomol. 57: 229-247.
- Gondim Júnior, M.G.C. & J.V. Oliveira. 2001.** Ácaros de fruteiras tropicais: importância econômica, identificação e controle, p. 311-349. In S.J Michereff & R. Barros (eds.), Proteção de plantas na agricultura sustentável. Recife, UFRPE, 368p.
- Hoy, M.A. 2011.** Agricultural acarology: Introduction to integrated mite management. Boca Raton, CRC Press, 410p.
- Jepson, L.R., H.H. Keifer & E.W. Baker. 1975.** Mites injurious to economic plants. California, University of California Press, 614p.
- Kady, G.A.E., H.M.E. Sharabasy, M.F. Mahmoud & I.M. Bahgat. 2007.** Toxicity of two potential bio-insecticides against moveable stages of *Tetranychus urticae* Koch. J. Appl. Sci. Res. 3: 1315-1319.
- Malheiros, E.B. 2004.** Precisão de testes f univariados usados em experimentos com medidas repetidas no tempo, quando a condição de esfericidade da matriz de covariâncias não é verificada. Rev. Mat. Estat. 22: 23-29.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) 2011.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao>. Acesso: 04/12/2011.

- Marcic, D., S. Mutavdzic, I. Medjo, M. Prijovic & P. Peric. 2009.** Field and greenhouse evaluation of spiroadiclofen against *Panonychus ulmi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in Serbia, p. 93-98. In Moraes, G.J. & H. Proctor (eds), Acarology XIII: Proceedings of the international congress. Zoosymposia 6: 304p.
- Martinez-Villar, E., F.J. Sáenz-de-Cabesón, F. Moreno-Grijalba, V. Marco & I. Pérez-Moreno. 2005.** Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Exp. Appl. Acarol. 35: 215-222.
- Menezes, E.L.A. 2005.** Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, Documentos, 205. 58p.
- Moraes, G.J. & C.H.W. Flechtmann. 2008.** Manual de acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Editora Holos, 308p.
- Obeng-Ofori, D. 1995.** Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pusillus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. Entomol. Exp. Appl. 77: 133-139.
- Oliveira, C.A.L., & G. Calcagnolo. 1975.** Ação do ácaro "rajado" *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) na depreciação quantitativa da produção algodoeiro. O Biológico 41: 307-327.
- Pedigo, L.P. & M.E. Rice. 2009.** Entomology and pest management. New Jersey, Pearson Prentice Hall, 784p.
- Pereira, M.J.B., F.A. Albuquerque & C.S. Bastos. 2006.** Pragas do algodoeiro: identificação, biologia e sintomas de ataque. Rev. Bras. Ol. Fibras. 10: 1073-1117.
- Potenza, M.R., R.C.O. Gomes, T. Jocys, A.P. Takematsu & A.C.O. Ramos. 2006.** Avaliação de produtos naturais para o controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em casa-de-vegetação. Arq. Inst. Biol. 73: 455-459.
- SAS Institute 2001.** SAS/STAT User`s guide, version 8.2, TS level 2MO. SAS Innstitute. Inc., Cary, N.C.
- Stark, J.D., L. Tanigoshi, M. Bounfour & A. Antonelli. 1997.** Reproductive: Its influence on the susceptibility of a species to pesticides. Ecotoxicol. Environ. Saf. 37: 273-279.
- Yu, S.J. 2008.** The toxicology and biochemistry of insecticides. Boca Raton, CRC Press, 276p.

Tabela 1. Fecundidade média ( $\pm$  EP) de *Tetranychus urticae* confinados em folhas de algodoeiro, após diferentes intervalos de tempo do tratamento com acaricidas e porcentagem de redução de postura (PR), em relação à plantas não tratadas.

Acaricidas/ Postura	Tempo após aplicação (h ou dias)					
	3h	1	2	4	8	16
Fenpropratrina	0,6 $\pm$ 0,22	1,0 $\pm$ 0,42	1,7 $\pm$ 0,5	4,6 $\pm$ 3,83	1,1 $\pm$ 0,34	21,2 $\pm$ 5,62
PR <sup>1</sup>	98,4	98,4	97,1	91,8	98,2	68,2
clorfenapir	15,6 $\pm$ 4,23	22,4 $\pm$ 7,52	19,4 $\pm$ 2,91	9,1 $\pm$ 3,36	60,1 $\pm$ 8,17	13,3 $\pm$ 2,18
PR	73,6	56,7	81,4	77,7	38,8	75,6
diafentiurom	2,9 $\pm$ 0,50	6,0 $\pm$ 1,72	3,3 $\pm$ 0,83	13,1 $\pm$ 4,35	48,0 $\pm$ 10,22	27,3 $\pm$ 4,23
PR	96,5	91,1	95,2	84,8	50,6	52,3
abamectina	3,9 $\pm$ 0,72	5,1 $\pm$ 1,02	7,4 $\pm$ 1,70	3,8 $\pm$ 1,03	6,7 $\pm$ 1,88	10,3 $\pm$ 2,49
PR	92,2	92,4	85,9	91,2	85,6	77,8
espiromesifeno	4,1 $\pm$ 1,19	11,6 $\pm$ 1,12	8,7 $\pm$ 2,35	10,4 $\pm$ 1,80	11,7 $\pm$ 1,26	3,0 $\pm$ 0,76
PR	93,3	87,7	87,6	86,7	82,6	93,5
Azadiractina A/B	12,4 $\pm$ 0,93	61,1 $\pm$ 14,37	127,1 $\pm$ 8,73	60,4 $\pm$ 7,62	138,3 $\pm$ 11,11	110,9 $\pm$ 9,07
PR	77,3	31,5	4,9	48,0	1,4	12,5
Azadiractina 1%	13,1 $\pm$ 5,57	44,1 $\pm$ 6,02	84,5 $\pm$ 8,90	89,3 $\pm$ 10,72	110,7 $\pm$ 12,76	181,9 $\pm$ 9,61
PR	82,5	53,0	22,6	21,7	16,0	2,4
<i>Jatropha curcas</i>	33,4 $\pm$ 12,30	29,6 $\pm$ 7,71	52,7 $\pm$ 9,30	44,0 $\pm$ 15,69	168,7 $\pm$ 6,30	141,8 $\pm$ 13,30
PR	54,0	60,2	41,3	48,0	-0,4	-4,2
<i>Ricinus communis</i>	51,9 $\pm$ 8,98	97,1 $\pm$ 12,06	46,0 $\pm$ 9,02	43,3 $\pm$ 6,02	67,2 $\pm$ 9,80	64,2 $\pm$ 8,40
PR	21,8	23,0	43,7	58,0	24,7	25,4

<sup>1</sup>Porcentagem de redução de postura (PR) = [(NC - NT) / (NC + NT) x 100]. Onde: PR= porcentagem média de redução de oviposição; NC= média de ovos na testemunha e NT= média de ovos no tratamento.

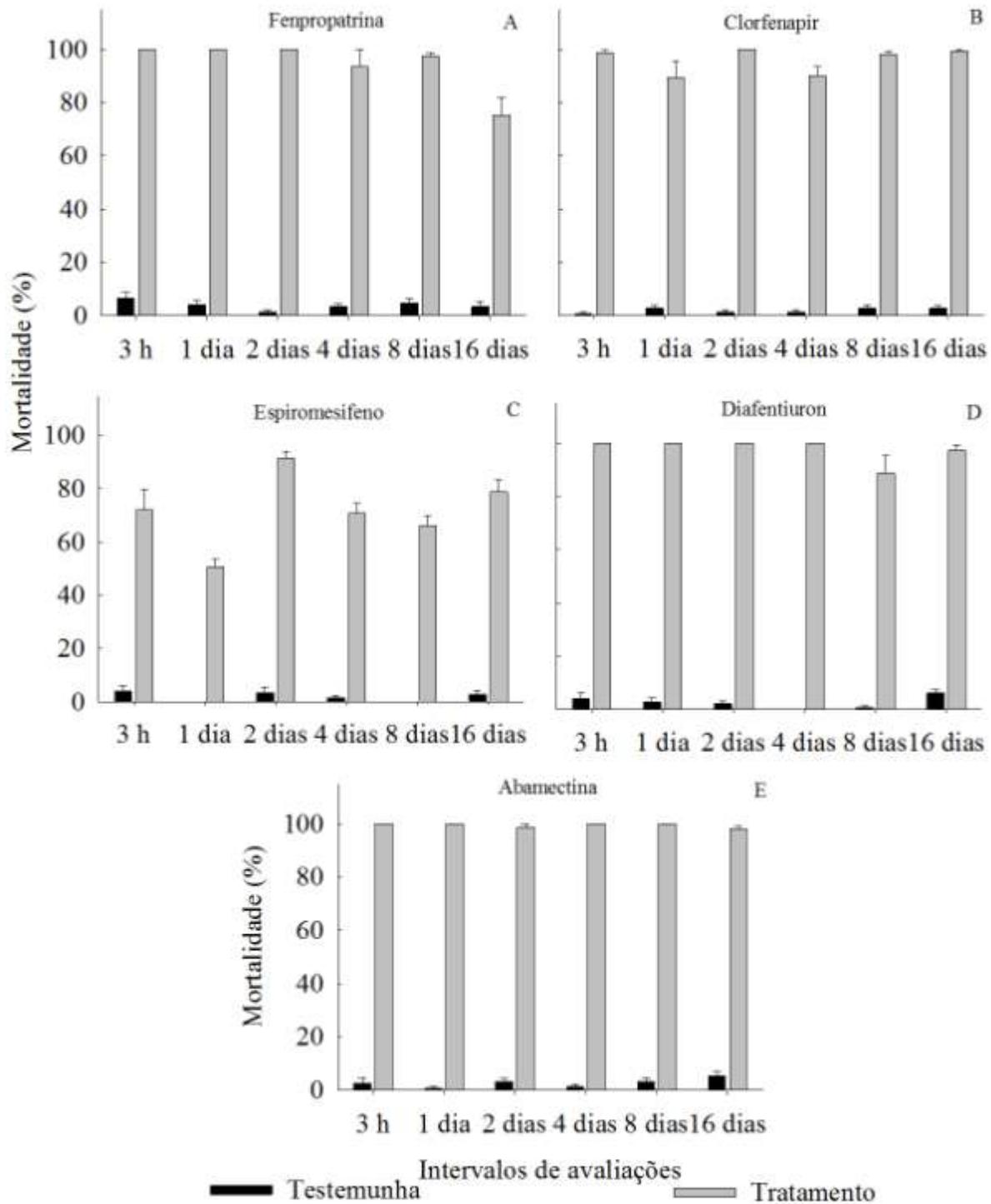


Figura 1. Eficiência residual de acaricidas sintéticos: fenpropratrina (A), chlorfenapir (B), epiromesifeno (C) diafentiuron (D) e abamectina (E) sobre fêmeas adultas *T. urticae*, em algodoeiro, durante 16 dias após aplicação.

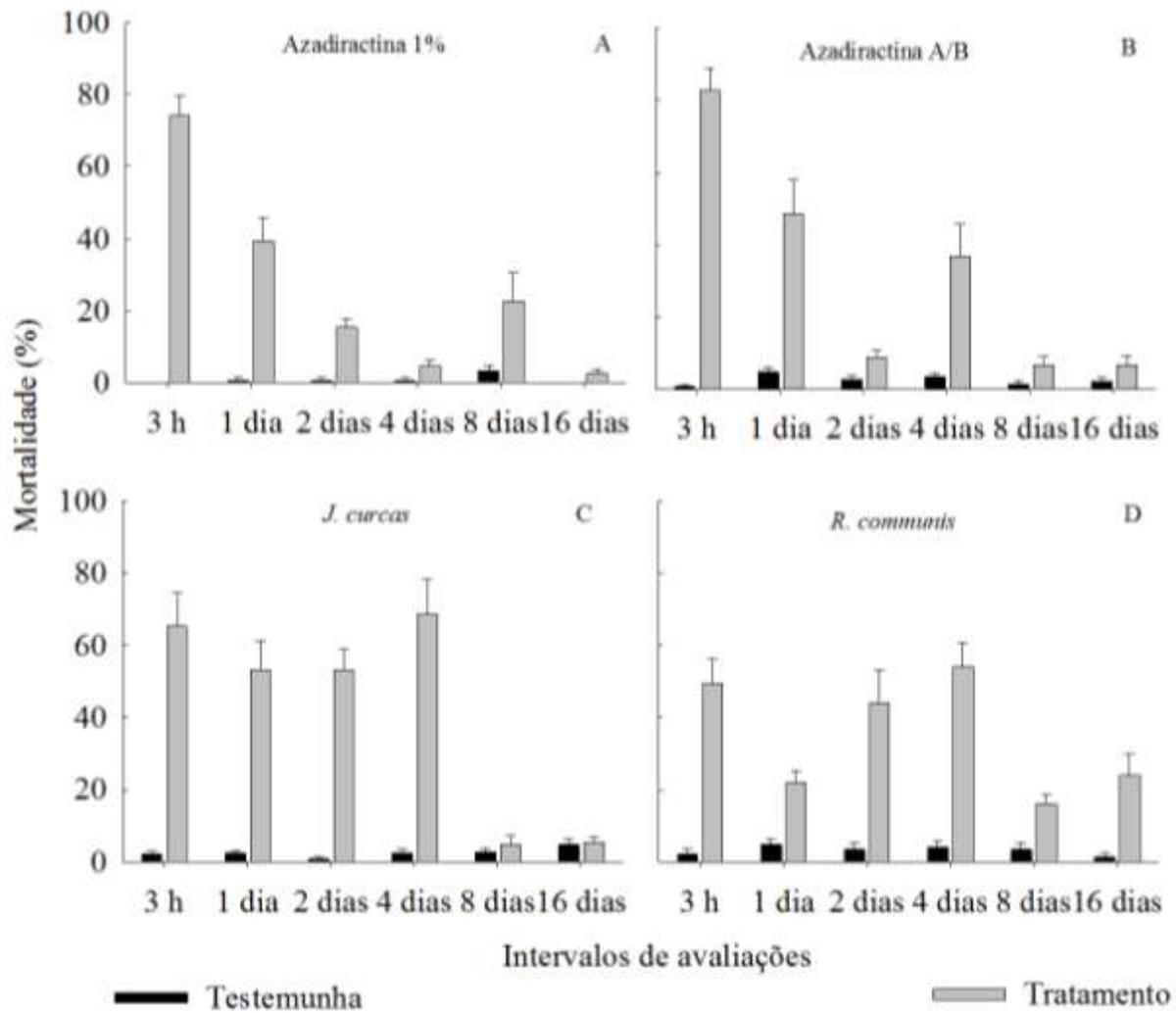


Figura 2. Eficiência residual dos produtos naturais: Azadiractina 1% (A), Azadiractina A/B (B), *Jatropha curcas* (C) e *Ricinus communis* (D) sobre fêmeas adultas de *Tetranychus urticae*, em algodoeiro, durante 16 dias.