

**ACARICIDAS PARA O MANEJO DE *Tetranychus urticae* EM  
MAMOEIRO: TOXICIDADE E RESISTÊNCIA NO NORTE DO  
ESPÍRITO SANTO**

**JOSIMAR DE SOUZA ANDRADE**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY  
RIBEIRO - UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MAIO/2009**

**ACARICIDAS PARA O MANEJO DE *Tetranychus urticae* EM  
MAMOEIRO: TOXICIDADE E RESISTÊNCIA NO NORTE DO  
ESPÍRITO SANTO**

**JOSIMAR DE SOUZA ANDRADE**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para a obtenção do  
título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. José Oscar Gomes de Lima

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MAIO/2009

**ACARICIDAS PARA O MANEJO DE *Tetranychus urticae* EM  
MAMOEIRO: TOXICIDADE E RESISTÊNCIA NO NORTE DO  
ESPÍRITO SANTO**

**JOSIMAR DE SOUZA ANDRADE**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para a obtenção do  
título de Doutor em Produção Vegetal.

Aprovada em 14 de maio de 2009.

Comissão examinadora:

---

Prof. Claudio Luiz Melo de Souza (D.Sc. Produção Vegetal) – ISTCA/FAETEC

---

Prof. José Cola Zanuncio (Ph.D. Entomologia) - UFV

---

Prof. Richard Ian Samuels (Ph.D. Patologia de Insetos) – UENF

---

Prof. José Oscar Gomes de Lima (Ph.D. Entomologia) – UENF  
(Orientador)

À Deus por todas as vitórias a mim concedidas,  
Aos meus pais, Maria Luzia e José Anchieta, pela dedicação e incansável  
demonstração de amor,  
Ao meu esposo Edson, pelo amor, amizade, paciência, cumplicidade e apoio em  
todos os momentos,  
dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

À UENF, pela oportunidade de realização deste curso de pós-graduação e pela concessão da bolsa.

À FINEP, pelo financiamento do projeto FrutiMamão, que gerou recursos para o desenvolvimento deste trabalho.

À Caliman Agrícola, pelo apoio estrutural e técnico.

Ao Prof. José Oscar Gomes de Lima, orientador deste trabalho, pela amizade, atenção e paciência.

Ao Prof. Richard Ian Samuels, por toda compreensão, preocupação e ajuda nos momentos de dificuldade.

Aos Profs. Gilberto Soares Albuquerque e Magali Hoffmann, pela amizade e pelo conhecimento transmitido.

Ao meu esposo Edson, pelo cuidado, carinho, atenção, paciência e amor a mim dedicado.

Ao meu pai José Anchieta, minha mãe Maria Luzia, meus irmãos Josiane, Anchieta e Júlio, meu cunhado Oarles, minhas cunhadas Patrícia e Mariana e meu sobrinho Júnior, que, com paciência e alegria me deram forças para permanecer no meu objetivo.

À amiga Laerciana Pereira Vieira, que foi minha grande companheira durante todo o período do doutorado, pela amizade, compreensão e alegrias.

À amiga Andréa Ferreira Costa, por ter me ajudado no início desse doutorado e pela sua amizade sempre constante em minha vida.

À amiga Catia Oliveira de Paula, que chegou de última hora para me apoiar e acolher.

Ao amigo Jatinder Singh Multani, pela amizade e por me acolher em sua casa.

Aos amigos Denise Moreira, Arli de Fátima Nogueira da Silva, Euzilene Montoanelli, Gilson Silva Filho, Jorge Luiz Cabeleira Bernardes, Aline Teixeira Carolino e Simone de Azevedo Gomes por cada momento de alegria vivido e pela amizade.

Aos funcionários da Caliman Agrícola Elieuder Celin, Roseli Gomes, Luciene Gonçalves da Silva, Enivaldo Osa, que tanto ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários de campo Gilberto Miranda dos Santos e Francisco Luis Rangel Manhaes pelo auxílio nos experimentos.

À secretária do LEF, Rita Maria Guimarães da Silva, por toda ajuda na parte burocrática.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Ácaros fitófagos em mamoeiro.....	3
2.1.1. <i>Tetranychus urticae</i> .....	4
2.2. Controle químico de <i>T. urticae</i> em mamoeiro.....	5
2.3. Acaricidas potenciais para o emprego na cultura do mamoeiro.....	5
2.3.1. Abamectin, emamectin e milbemectin.....	5
2.3.2. Azocyclotin, fenbutatin, chlorfenapyr e fenpyromimate.....	6
2.3.3. Bifenthrin e fenpropathrin.....	8
2.3.4. Carbosulfan.....	9
2.3.5. Clofentezine.....	9
2.3.6. Calda sulfocálcica.....	9
2.3.7. Enxofre.....	10
2.3.8. Spiromesifen.....	10
2.4. Resistência de ácaros a acaricidas.....	10
2.4.1. Resistência de <i>Tetranychus urticae</i> a acaricidas.....	12
3. TRABALHOS.....	14

EFEITO DE ACARICIDAS NA MORTALIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE

<i>Tetranychus urticae</i> EM MAMOEIRO.....	14
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUÇÃO.....	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	17
RESULTADOS.....	22
DISCUSSÃO.....	42
RESUMO E CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
TOXICIDADE DE ACARICIDAS A <i>Tetranychus urticae</i> DE MAMOEIROS SOB DESIGUAL PRESSÃO SELETIVA DE AGROQUÍMICOS.....	49
RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	50
INTRODUÇÃO.....	50
MATERIAL E MÉTODOS.....	52
RESULTADOS.....	53
DISCUSSÃO.....	56
RESUMO E CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68



## RESUMO

ANDRADE, JOSIMAR DE SOUZA; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Maio de 2009; Acaricidas para o manejo de *Tetranychus urticae* em mamoeiro: toxicidade e resistência no Norte do Espírito Santo. José Oscar Gomes de Lima, Claudio Luiz Melo de Souza, José Cola Zanuncio, Richard Ian Samuels.

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) é uma das pragas mais importantes do mamoeiro no Norte do Estado do Espírito Santo, Brasil, mas não existe programa de manejo integrado desse ácaro nessa cultura e a aplicação de acaricidas constitui a única medida de controle. A frequente aplicação de acaricidas eleva o custo da produção e pode causar o desenvolvimento de resistência do *T. urticae* a acaricidas, contribuir para a ultrapassagem do limite máximo de resíduos de acaricidas na fruta e causar problemas de contaminação ambiental. Este estudo foi realizado para o desenvolvimento de um programa de manejo integrado de *T. urticae* na cultura do mamoeiro. A mortalidade de ovos ou de fêmeas adultas desse ácaro foi avaliada em discos de folhas de mamoeiro tratados com 14 acaricidas em laboratório. Os

sete acaricidas mais eficazes foram testados no campo e suas eficiências no controle de *T. urticae* comparadas por três métodos de avaliação aos 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização deles. O método que melhor diferenciou a eficiência dos acaricidas no campo foi o de ácaro-dias acumulativo. A ordem de eficiência dos acaricidas foi milbectin = azocyclotin > emamectin = fenbutatin > chlorfenapir > abamectin > bifenthrin. A eficácia residual dos acaricidas foi comparada no campo pela porcentagem de mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae* sobre discos de folhas removidas das plantas imediatamente após a pulverização e nos mesmos dias de cada uma das amostragens realizadas nas plantas pulverizadas no campo. Nenhum dos acaricidas propiciou elevada toxicidade residual para fêmeas do ácaro-rajado no laboratório após cinco dias da aplicação no campo. A distribuição do ácaro-rajado na planta do mamoeiro foi, também, determinada no campo. *T. urticae* apresenta maior número de indivíduos no substrato superior da planta, em elevada densidade populacional. Quando seu nível populacional no campo diminui, a distribuição desse ácaro na planta do mamoeiro é mais uniforme. Além disso, a resistência de populações de *T. urticae*, de duas lavouras de mamoeiro, com históricos diferentes de pressão seletiva por acaricidas foi avaliada. A população considerada sob estresse foi coletada na localidade de Juerama, enquanto a sem estresse foi coletada na localidade Córrego Tombador, município de Linhares, Espírito Santo. Os ácaros foram pulverizados em Torre Potter e a avaliação da mortalidade realizada após 72 h do tratamento. As curvas de concentração-resposta e as concentrações letais médias (CL<sub>50</sub>), para os acaricidas abamectin, azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapir, emamectin, fenbutatin e milbemectin foram obtidas. Os ácaros de mamoeiro de Juerama foram mais resistentes aos produtos testados, com razão da resistência (RR) de 1,4 a 49,4 vezes. A situação do manejo de *T. urticae* na região Norte do Espírito Santo é

delicada e requer a rápida tomada de decisão para a busca de novos acaricidas e de táticas alternativas de controle desse ácaro na cultura do mamoeiro.

## ABSTRACT

ANDRADE, JOSIMAR DE SOUZA; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Maio de 2009; Acaricides for the management of *Tetranychus urticae* in papaya: toxicity and resistance in the north of the Espírito Santo. José Oscar Gomes de Lima, Claudio Luiz Melo de Souza, José Cola Zanuncio, Richard Ian Samuels.

The two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) is one of the most important pests of papaya in the North of Espírito Santo State, Brazil. Acaricide application is the only measure adopted for suppressing this pest there. In addition to raising the cost of production, the frequent application of acaricides can cause mite resistance, contribute to the build up of acaricides residues in the fruit and cause problems of environmental contamination. This study was conducted to serve as a basis for developing a program of integrated management of *T. urticae* in papaya cropping. We evaluated the mortality of eggs or adult females of *T. urticae* placed on discs of papaya leaves treated with 14 acaricides under laboratory conditions. Based on laboratory results, the seven most effective acaricides were tested in the field and their efficiencies in the control of *T. urticae* were compared by three methods at 5, 10, 15, 20 and 25 days of their application. The method that best differentiated the efficiency of acaricides in the field was the cumulative mite-days. The order of efficiency of acaricides was: milbectin azocyclotin => emamectin fenbutatin =>

chlorfenapyr> abamectin> Bifenthrin. Additionally, in the laboratory, the residual effectiveness of acaricide application in the field was compared by the percentage of mortality of adult females of *T. urticae* placed on discs of leaves removed from plants immediately after spraying and on the same days of each of the samples taken in plants sprayed in the field. After five days of application in the field, none of the tested acaricides gave high residual toxicity to *T. urticae* in the laboratory. The distribution of *T. urticae* in the papaya plant was also studied. *T. urticae* at high population density can be seen more in the substrate above the plant, when compared with other substrates. However, when the population level of *T. urticae* in the field decreases, there is uniform distribution in the papaya plant. Resistance was evaluated for *T. urticae* from two plantations of papaya with different cropping histories of selective pressure by acaricides. Mites collected at these plantations were sprayed using a Potter tower and their mortality evaluated 72 h after treatment. Probit analyses were performed for obtaining concentration-response curves and the mean lethal concentrations ( $LC_{50}$ ) of the following acaricides: abamectin, azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapyr, emamectin, fenbutatin and milbemectin. The acaricide-stressed population of *T. urticae* was more resistant to all products tested. The ratio of resistance (RR) ranged from 1.4 to 49.4 times. It became evident that the management of *T. urticae* is problematical in the region and this requires rapid decision making in the search for new acaricides and alternatives tactics for control of *T. urticae*.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão, com a produção anual de 1.700.000 t, e está entre os três maiores exportadores da fruta (Agrianual, 2007). O Estado do Espírito Santo alberga a segunda maior área de plantio de mamão brasileira, aproximadamente 10 mil ha, representando pouco mais de 40% da produção nacional (Agrianual, 2007), e o principal Estado exportador e o de maior produtividade (72 t/ha) (Alves, 2003).

Apesar da produtividade do Espírito Santo, seu potencial é maior, mas problemas limitam isto. Viroses são a causa principal de perdas na produção, tornando necessário se erradicar as plantas doentes (Ventura et al., 2003). Outro problema são os ácaros, considerados as principais pragas do mamoeiro. *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), vulgarmente conhecido como ácaro-rajado, ocorre em clima tropical e temperado em cerca de 150 plantas hospedeiras. No mamoeiro causa severas injúrias nas folhas e provoca a queda prematura das mesmas. Isso prejudica o desenvolvimento, a produtividade da planta e a qualidade comercial dos frutos devido à exposição dos mesmos aos raios solares (Martins, 2003).

Não existe um programa de manejo integrado de *T. urticae* em mamoeiro e a aplicação de acaricidas constitui a única medida de combate dessa praga. Gastam-se em média R\$ 397,00 por ha com acaricidas nessa cultura (Agrianual, 2007). Isto eleva o custo da produção, reduz os lucros e pode inviabilizar o cultivo do mamoeiro. Além disso, a frequente aplicação de acaricidas causa o

desenvolvimento de resistência do ácaro a acaricidas, pode contribuir para ultrapassar o limite máximo de resíduos de acaricidas na fruta e ocasionar problemas de contaminação ambiental.

O desenvolvimento de resistência de *T. urticae* a acaricidas tem sido documentado em inúmeras culturas em muitos países (Miller et al., 1985; Edge e James, 1982; Edge e James, 1986; Dennehy et al., 1987; Flexner et al., 1988; Tian et al., 1992; Beers et al., 1998; Herron et al., 1998; Herron et al., 2001; Stumpf e Nauen, 2001; Herron e Rophail, 2003; Herron et al., 2004; Van Leeuwen et al., 2004; Ay, 2005; Suh et al., 2006; Van Pottelberge et al., 2009) e, no Brasil (Sato et al., 2000a; Sato et al., 2000b; Sato et al., 2004; Sato et al., 2005; Sato et al., 2007a), sendo paulatina e gradativa. Os produtores aumentam as dosagens e a frequência das aplicações do acaricida e, finalmente, substituem-no por outro, geralmente de custo mais elevado. A resistência pode se estender a todos acaricidas e comprometer programas de manejo integrado de ácaros (Georghiou, 1986).

A rotação de acaricidas sem resistência cruzada positiva tem sido indicada para se evitar a seleção de populações resistentes de *T. urticae* (Sato et al., 2004; Kim et al., 2004). Entretanto, apenas o abamectin, fenpropathrin, fenpyroximate e enxofre encontram-se registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA para o controle de *T. urticae* em mamoeiro (Agrofit, 2009). Isso dificulta o tratamento fitossanitário (Martins, 2003) e inviabiliza a organização do manejo de acaricidas nessa cultura. Para isso, é fundamental a pesquisa de acaricidas com mecanismos distintos de ação, visando opções de controle dessa praga; o manejo da resistência; a seletividade a inimigos naturais; a proteção ambiental e a segurança para os aplicadores desses insumos e consumidores do mamão.

Neste estudo, em experimentos de laboratório e campo, foi comparada a eficiência dos acaricidas registrados com outros potencialmente mais eficazes no combate ao *T. urticae*; avaliada sua resistência aos acaricidas selecionados e levantada sua distribuição no mamoeiro, com a finalidade de se subsidiar a elaboração de um programa de manejo integrado dessa praga, e prevenção de resistência dessa praga a acaricidas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Ácaros fitófagos em mamoeiro

Dentre as espécies-praga, os ácaros representam o principal fator limitante para o mamoeiro e estão disseminados em todas as regiões com essa cultura, causando severos prejuízos. Esses ácaros se alimentam de diferentes partes das plantas e causam deformações foliares, queda prematura de folhas, afetam o vigor e, por isso, comprometem a produtividade e a qualidade dos frutos do mamoeiro (Santa Cecília e Reis, 1986).

Dez espécies de ácaros-praga foram registradas em mamoeiro no Brasil (Martins, 2003). Entretanto, *Polyphagotarsonemus latus* Banks e *T.urticae*, ácaros branco e rajado, respectivamente, são os mais importantes. O ácaro-branco desenvolve-se nas folhas jovens e brotos e o ácaro-rajado e os demais tetraniquídeos nas folhas totalmente expandidas.

O ácaro-branco causa maior dano no período mais úmido e quente do ano e se distribui na cultura em focos, o que possibilita seu controle logo surjam os primeiros sintomas. O ácaro-rajado é a principal praga primária do mamoeiro e, em geral, atinge o acme populacional nos meses mais quentes e secos do ano (Martins, 2003). Porém, pode ser encontrado na cultura durante todo o ano (Couto et al., 2003), com distribuição mais uniforme na lavoura e necessita ser controlado por pulverizações em áreas mais amplas.



### 2.1.1. *Tetranychus urticae*

O ácaro-rajado é a espécie mais disseminada em mamoeiros, com relatos frequentes no Sul da Bahia ao Norte do Espírito Santo, as principais regiões produtoras de mamão do Brasil (Nakayama et al., 1986). Encontrado durante todo o ano (Couto et al., 2003), alcança maior densidade populacional nos períodos de seca prolongada e temperatura elevada (Nakayama et al., 1986). Esses ácaros podem ser encontrados em clima tropical e temperado em mais de 150 plantas, incluindo algodão, amora-preta, amendoim, chuchu, feijão, ervilha, fava, soja, mamona, pêssego, flores e folhagens diversas, morango, tomate, pepino, berinjela e pimentão (Santa Cecília e Reis, 1986).

*T. urticae* vive nas folhas mais velhas do mamoeiro, geralmente na parte inferior do limbo, entre as nervuras mais próximas do pecíolo, onde tecem teias e depositam seus ovos. As fêmeas geralmente ovipositam de 50 a 60 ovos, durante, aproximadamente, 10 dias. Os ovos, esféricos e de tonalidade amarelada são incubados em quatro dias em média, e o ciclo de ovo a adulto completa-se em cerca de 13 dias (Martins, 2003). Os ovos fecundados originam indivíduos de ambos os sexos e os não fecundados (ovos partenogênicos) originam machos (Flechtmann, 1981). Esse ácaro atinge o estágio adulto após três estágios; iniciando-se como larva (com três pares de pernas apenas), protoninfa e deutoninfa. Nesses estágios, o padrão de coloração é semelhante ao dos adultos, diferindo apenas no tamanho (Flechtmann, 1981).

Os adultos de *T. urticae* podem ser vistos a olho nu e apresentam acentuado dimorfismo sexual. Suas fêmeas são de maior tamanho e corpo mais volumoso, com cerca de 0,46 mm de comprimento e uma mancha verde-escura em cada lado do dorso. Os machos medem, aproximadamente, 0,25 mm de comprimento, tendo a parte posterior do corpo mais afilada (Martins, 2003).

O ácaro-rajado alimenta-se do líquido celular extravasado de células foliares rompidas com o aparelho bucal picador-sugador, provocando, inicialmente, amarelecimento do limbo foliar, seguido de necrose e, posteriormente, de perfurações. Ataques intensos causam a seca das folhas, as quais caem prematuramente, reduzindo a área foliar, afetando o desenvolvimento e a produtividade da planta, além de exporem os frutos à ação dos raios solares, o que prejudica a qualidade dos mesmos (Martins, 2003).

## 2.2. Controle químico de *T. urticae* em mamoeiro

O número reduzido de agroquímicos registrados para controle de *T. urticae* tem dificultado o adequado tratamento fitossanitário na cultura do mamoeiro (Andrei, 1999; Marin et al., 1988; Martins, 2003). No Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, apenas quatro princípios ativos estão registrados para o ácaro-rajado, abamectin (Vertimec® e Kraft®), enxofre (Sulficamp®), fenpropathrin (Meothrin®) e fenpyroximate (Ortus®) (Agrofit, 2009). Apesar de a Anvisa ter aporuguesado o nome dos agroquímicos, a nomenclatura utilizada será a adotada internacionalmente. Na literatura, vários estudos comprovam a eficiência de outros agroquímicos no controle do ácaro-rajado em outras culturas (Nakayama et al., 1986; Sato et al., 2000a; Silva et al., 2000; Sato et al., 2002; Albuquerque et al., 2003; Ashley et al., 2006; Ismail et al., 2007) e com potencial para o controle de pragas do mamoeiro que poderiam favorecer ou desfavorecer o combate ao *T. urticae* (Fanton et al., 1993; Martins e Marin, 1998).

Muitos dos produtores aplicam produtos registrados para outras culturas para evitar problemas como a resistência, mas a planta do mamoeiro é muito sensível a agroquímicos e alguns são fitotóxicos a essa cultura (Fanton et al., 1993).

## 2.3. Acaricidas potenciais para o emprego na cultura do mamoeiro

Alguns agroquímicos, registrados e não registrados no MAPA, abordados a seguir, se destacam como acaricidas potenciais para o controle ao *T. urticae* na cultura do mamoeiro (alguns encontram-se em tramitação de registro).

### 2.3.1. Abamectin, emamectin e milbemectin

O abamectin e o emamectin são acaricidas da classe das avermectinas, e o milbemectin das milbemecinas, e as avermectinas e as milbemecinas das lactonas macrocíclicas. A classe das avermectinas é derivada de *Streptomyces avermitilis* (Actinobacteria: Streptomycetaceae), uma bactéria abundante no solo (Burg et al., 1979), anteriormente classificada como fungo actinomiceto. O

principal representante desta família é o abamectin (80% da avermectina B1a e 20% de avermectina B1b) (Shoop et al., 1995) (Vertimec® e Kraft®) e registrado para o controle de *T. urticae* na cultura do mamoeiro (Agrofit, 2009). Esse produto tem eficiência comprovada contra insetos e nematóides, além de ação acaricida (Ware e Whitacre, 2004).

O emamectin (Proclaim®) é um derivado semissintético homólogo do abamectin e da classe das avermectinas, e com mesma massa molecular (aproximadamente de 900 Da), que atua no mesmo sítio de ação (Shoop et al., 1995). Foi registrado pela primeira vez em 1999 e é um inseticida estomacal e de contato, usado, principalmente, para o controle de larvas de lepidópteros em doses de 7,5 a 15 g de ingrediente ativo por hectare.

A classe das milbemicinas é derivada do microorganismo do solo *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *aureolacrimosus* (Okada e Iwamatu, 1997), descobertas em 1973 como acaricidas e inseticidas (Intervet Brasil, 2009). Esse grupo inclui os nemadectina, moxidectina, milbemicina oxima D (Baldani et al., 2001). O milbemectin (Milbexknock®), também desta classe, é a mistura de dois componentes macrocíclicos, o milbemicyn A<sub>3</sub> e o milbemycin A<sub>4</sub>.

A diferença entre as milbemicinas e as avermectinas é um dissacarídeo substituinte do carbono 13, presente nas avermectinas e ausente nas milbemicinas (Shoop et al., 1995). As avermectinas e as milbemicinas inibem a transmissão nervosa pela abertura dos canais de cloro (acentuando assim a ação do ácido gama-aminobutírico ou GABA, um potente neurotransmissor inibitório) (Shoop et al., 1995). O bloqueio da transmissão do estímulo nervoso causa paralisia e posteriormente morte do inseto/ácaro (Ware e Whitacre, 2004).

### **2.3.2. Azocyclotin, fenbutatin, chlorfenapyr, fenpyroximate**

O azocyclotin, fenbutatin, chlorfenapyr e fenpyroximate são acaricidas inibidores da respiração celular. Este grupo de acaricidas atua em diversas etapas da respiração celular, comprometendo, principalmente, a geração de energia (ATP), e são divididos por seu modo de ação em: (a) inibidores da fosforilação oxidativa via interrupção da síntese de ATP (organoestânicos, diafenthiuron, propargite e tetradifon), (b) desacopladores da fosforilação oxidativa via interrupção do gradiente de próton H<sup>+</sup> (chlorfenapyr e dinocap), (c) inibidores do transporte de

elétrons no complexo I (piridabene, fenpyroximate, fenazaquim, e tebufenpyrad) e (d) no complexo III (acequinocyl). Os inibidores da fosforilação oxidativa via interrupção da síntese de ATP são divididos em: (i) organoestânicos (cyhexatin, fenbutatin e azocyclotin), (ii) propargite e tetradifon e (iii) diafenthiuron (Corbett et al., 1984; Dekeyser, 2005; Irac, 2009).

O azocyclotin (Caligur®) e o fenbutatin (Torque®) são acaricidas organoestânicos para o controle de ácaros Eriophyidae, Tarsonemidae, Tenuipalpidae e Tetranychidae em outras culturas (Anvisa, 2009). São muito tóxicos para organismos aquáticos e bioacumulativos em peixes, mas são recomendados em sistema de rodízio com o abamectin. *T. urticae* resistente a compostos estânicos, quando exposto durante duas estações ao abamectin, tornam-se suscetíveis novamente (Beers et al., 1998). O azocyclotin inibe a fosforilação oxidativa no sítio de desacoplamento do dinitrofenol, impedindo a formação da molécula fosfatada de alta energia, a adenosina trifosfato (ATP). Também inibe a fotofosforilação nos cloroplastos, as unidades subcelulares portadoras de clorofila, e, portanto, pode funcionar como algicida (Ware e Whitacre, 2004).

O chlorfenapyr (Pirate®) é acaricida e inseticida desacoplador da fosforilação oxidativa via interrupção do gradiente de próton  $H^+$ , impedindo a formação da molécula energética adenosina trifosfato (ATP) (Dekeyser, 2005; Irac, 2009). Esse composto é registrado para o controle de insetos e ácaros em diversas culturas, penetrando nesses organismos via ingestão e contato. O primeiro processo é, aparentemente, o mais eficiente, e apresenta boa atividade translaminar em diversas espécies de plantas (Anvisa, 2009).

O fenpyroximate (Ortus®) é um acaricida do grupo químico pirazol, inibidor do transporte de elétrons no complexo I (no sítio da redutase NADH-CoQ). Os tebufenpirade e o fenpyroximate são os primeiros pirazóis e funcionam, principalmente, como acaricidas de contato e estomacais, e não são sistêmicos. Possuem limitada ação contra pisilídeos, afídeos, mosca-branca e trips (Ware e Whitacre, 2004). O fenpyroximate é registrado para o controle de *T. urticae* em mamoeiro (Anvisa, 2009) e esse acaricida controla, rapidamente, todos os estádios dos ácaros, com prolongada atividade residual e pode inibir a muda em indivíduos imaturos (Ware e Whitacre, 2004).

### 2.3.3. Bifentrin e Fenpropathrin

O bifentrin (Talstar®) e fenpropathrin (Meothrin 300®) são acaricidas e inseticidas do grupo dos piretróides, que são substâncias baseadas no produto natural piretro, raramente utilizado para fins agrícolas, devido ao custo e fotoinstabilidade. A evolução dos piretróides em quatro gerações é interessante. A primeira contém, apenas, um representante, o allethrin, sintetizada em 1949. Sua síntese complexa envolve 22 reações químicas, até gerar o produto final. A segunda geração inclui o tetramethrin (1965), resmethrin (1967) (20X mais eficaz que o piretro), bioresmethrin (1967) (50x mais eficaz) e phonothrin (1973). A terceira geração inclui o fenvalerate e permethrin surgidos em 1972-73. São inseticidas extremamente potentes (120 g ia/ha) e com satisfatória fotoestabilidade, por isso os primeiros efetivamente empregados na agricultura. A quarta é geração atual, ainda mais potente (12 a 25 kg de ia/ha) e incluem bifenthrin, lambda-cyhalothrin, cypermethrin, cyfluthrin, deltamethrin, esfenvalerate, fenpropathrin, flucythrinate, fluvalinate, prallethrin, *tau*-fluvalinate, tefluthrin, tralomethrin e *zeta*-cypermethrin. Esses produtos não sofrem intensa fotólise e pela mínima volatilidade proporcionam eficácia residual prolongada de até 10 dias sob condições ótimas (Ware e Whitacre, 2004).

Os piretróides são toxicantes axônicos de ação similar a do DDT. Aparentemente, mantêm abertos os canais de sódio nas membranas dos neurônios. Os piretróides são de dois tipos: o tipo I, entre outras respostas fisiológicas, tem coeficiente negativo de temperatura, parecido com o DDT, isto é, sua potência aumenta com a diminuição da temperatura ambiente; O tipo II tem coeficiente positivo de temperatura. Eles afetam o sistema nervoso central como o periférico do inseto. Inicialmente, estimulam as células nervosas a produzirem descargas repetitivas e, eventualmente, causam paralisia. Esses efeitos são causados por sua ação nos canais de sódio que permitem aos íons de sódio entrarem no axônio para causar excitação. O efeito estimulante dos piretróides é muito mais pronunciado que o do DDT (Ware e Whitacre, 2004).

#### **2.3.4. Carbosulfan**

Carbosulfan (Marshal®) é um acaricida do grupo carbamato sistêmico. Os carbamatos são derivados do ácido carbâmico e inibem a enzima acetilcolinesterase (ChE) à semelhança dos organofosforados e se comportam de maneira quase idêntica nos sistemas biológicos. Alguns carbamatos são potentes inibidores da aliesterase (esterases alifáticas compostas cuja função exata não é conhecida) e sua seletividade é, algumas vezes, mais pronunciada na ChE de certas espécies. A inibição da ChE pelos carbamatos é reversível. Quando a ChE é inibida por um carbamato diz-se que está carbamilada, e quando é inibida por um organofosforado, a enzima está fosforilada. Nos insetos os efeitos dos organofosforados e dos carbamatos são, principalmente, o envenenamento do sistema nervoso central, porque a união neuromuscular dos insetos não é colinérgica, como nos mamíferos. As únicas sinapses colinérgicas nos insetos estão no sistema nervoso central e o ácido glutâmico é o transmissor na união química neuromuscular dos insetos (Ware e Whitacre, 2004).

#### **2.3.5. Clofentezine**

Clofentezine (Acaristop®) pertence ao grupo das tetrazinas, reguladores do crescimento de ácaros, sendo indicado como acaricida/ovicida em diversas fruteiras, curcubitáceas, algodoeiro e ornamentais (Anvisa, 2009). O modo de ação desses compostos é ainda desconhecido (Ware e Whitacre, 2004).

#### **2.3.6. Calda sulfocálcica**

Resultante de uma reação corretamente balanceada entre o cálcio e o enxofre, dissolvidos em água e submetidos à fervura, constituindo uma mistura de polissulfetos de cálcio. Tem efeito inseticida e repelente para “brocas” de tecidos lenhosos e fungicida e acaricida para café (Ricci e Nesves, 2008).

### 2.3.7. Enxofre

O enxofre (Kumulus® e Sulficamp®) é registrado para o controle de *T. urticae* e *P. latus* em mamoeiro. O enxofre elementar foi um dos primeiros fungicidas utilizados e, até hoje, é utilizado no controle de fungos e de ácaros. Esse composto controla ácaros com eficiência, mas seu efeito residual é curto, não tendo ação ovicida, e, em pouco tempo, ocorre a reinfestação. O enxofre, em temperaturas acima de 26°C, é fitotóxico por penetrar nas folhas. Seus mecanismos fungitóxicos e acaricidas não foram bem esclarecidos, mas, como fungicida, parece agir como competidor de receptores de hidrogênio e desidrogenação (Crosby, 1998)

### 2.3.8. Spiromesifen

O Spiromesifen (Oberon®) é um inseticida e acaricida de contato e ingestão do grupo cetoenol. É inibidor da biossíntese de lipídios e interfere na atividade hormonal, em ácaros e na mosca-branca. Essa ação causa deformidade e infertilidade dos ovos no interior dos insetos e ácaros, o que impossibilita a oviposição e acarreta a morte das pragas (Bayer CropScience, 2009).

## 2.4. Resistência de ácaros a acaricidas

A resistência é definida como “o desenvolvimento da habilidade em uma linhagem de um organismo em tolerar doses de tóxicos que seriam letais para a maioria da população normal (suscetível) da mesma espécie” (Crow, 1957; Hartley et al., 2006). A resistência é um exemplo de mudança evolucionária na qual o agroquímico atua na seleção de indivíduos resistentes em baixa frequência na população original e se trata de uma característica hereditária (Crow, 1957).

O primeiro relato de resistência de ácaros ocorreu em 1937, com a população de *Tetranychus telarius* L., resistente a um composto à base de selênio (Selocide®) (Compton e Keams, 1937). Os casos de pragas resistentes aumentaram exponencialmente ao longo das décadas após a introdução dos inseticidas organo-sintéticos no início da década de 40. No início da década de 90, pelo menos 504 espécies de insetos e ácaros desenvolveram resistência a,

pelo menos, um agroquímico. Desses, 14% dos casos detectados eram de ácaros (Georghiou e Tejada, 1991).

O desenvolvimento da resistência em ácaros foi documentado para famílias importantes de interesse agrícola como Eriophyidae (Georghiou e Mellon, 1983; Omoto et al., 1995a; Omoto et al., 1995b), Penthaleidae (Hoffmann et al., 1997; Umina, 2007), Tenuipalpidae (Georghiou e Mellon, 1983; Konno et al., 2001; Campos e Omoto, 2002; Franco et al., 2007; Campos e Omoto, 2006) e Tetranychidae (Georghiou e Mellon, 1983; Miller et al., 1985; Edge e James, 1986; Dennehy et al., 1987; Flexner et al., 1988; Tian et al., 1992; Souza Filho et al., 1994; Takematsu et al., 1994; Sato et al., 1994; Herron e Rophail, 2003; Herron et al., 2004; Van Leeuwen et al., 2004; Sato et al., 2007a; Sato et al., 2007b; Kumral et al., 2009; Van Pottelberge et al., 2009).

Na década de 80, foram constatados ácaros resistentes a praticamente todos os grupos químicos existentes: DDT, ciclodienos, fosforados, carbamatos e organosulfurados (Georghiou e Mellon, 1983). À medida que compostos mais novos foram lançados, mais casos de resistência foram surgindo, como para o abamectin (Stumpf e Nauen, 2002; Humeres e Morse, 2005; Sato et al., 2005; Lin et al., 2009), hexitiazox e clofentezine (Welty et al., 1989), flucicloxirom (Grosscurt et al., 1994), organoestânicos (Hoy et al., 1988; Hoyt et al., 1985), piretróides (Herron et al., 2001), piridabem, fenpyroximate e tebufenpirade (Stumpf e Nauen, 2001).

No Brasil, a resistência foi detectada para *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) ao dicofol (Omoto et al., 2000), organoestânicos (Konno et al., 2001) e hexitiazox (Campos e Omoto, 2002); em *T. urticae* ao abamectin (Sato et al., 2005), cihexatin, dimetoato, naled, mevinfós (Sato et al., 2000) e propargite (Sato et al., 1994; Souza Filho et al., 1994; Suplicy Filho et al., 1994; Takematsu et al., 1994; Sato et al., 2000b; Sato e Silva 2002); e para os ácaros predadores *Euseius concordis* (Chant) e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muna ao dicofol e deltametrina (Poletti, 2002).

Outros problemas do uso frequente de acaricida específico é a resistência cruzada e a múltipla. A cruzada refere-se aos casos em que um único mecanismo de resistência confere resistência a dois ou mais compostos químicos com o mesmo mecanismo de ação (por exemplo, deltametrina e permetrina) (Oppenoorth, 1985). A múltipla ocorre quando, pelo menos, dois mecanismos



diferentes de resistência coexistem e conferem resistência a dois ou mais compostos químicos (por exemplo, abamectin e bifenthrin) (Oppenoorth, 1985; Oppenoorth, 1984).

Casos de resistência cruzada ou múltipla em ácaros foram documentados entre os acaricidas abamectim e milbemectim (Sato et al., 2005), bifenthrin e  $\lambda$ -cyhalothrin (Yang et al., 2002), bifenthrin e dimetoate (Yang et al., 2002), chlofenapyr e dimetoato (Van Leeuwen et al., 2004), chlofenapyr e fenpyromimate (Kim et al., 2004), cyhexatin e azocyclotin (Edge e James, 1986), cyhexatin e fenbutatin (Edge e James, 1986), propargite e azocyclotin (Franco et al., 2007). A resistência cruzada negativa é um fenômeno oposto à resistência cruzada, e diz respeito à súbita suscetibilidade de uma população a um ou mais acaricidas tão logo se torna resistente a determinado acaricida. Pragas com elevados níveis de oxidases como populações de *Heliothis virescens* (F.), resistentes a piretróides, apresentam resistência cruzada negativa ao chlorfenapyr (Pimprale et al., 1997). A resistência cruzada negativa ao fenpyroximate foi conferida pelo dicofol em *B. phoenicis* (Alves et al., 2000) e ao clorpirifós etil, também, pelo dicofol em *T. urticae* (Fergusson-Kolmes et al., 1991). A ativação de clorpirifós para clorpirifós-oxon por enzimas oxidativas, mediadas pelo citocromo P-450 na linhagem de *T. urticae*, resistente ao dicofol, foi constatada (Hatano et al., 1992).

#### **2.4.1. Resistência de *T. urticae* a acaricidas**

A resistência de *T. urticae* a acaricidas foi documentada em diversos países. Nos Estados Unidos, desde 1949, a organofosforados (Saito et al., 1983; Hoy et al., 1988; Tian et al., 1992); na Austrália ao bifenthrin (Herron et al. (2001), cyhexatin, (Edge e James, 1986; Herron et al., 1994), chlofenapyr (Herron e Rophail, 2003; Herron et al., 2004) e fenbutatin (Edge e James, 1986; Herron et al., 1994); na Bélgica ao chlofenapyr (Van Leeuwen et al., 2004); na Turquia ao Chlorpyrifos (Ay, 2005); na Korea ao fenpyroximate e pyridaben (Suh et al., 2006); na Alemanha, Austrália, Colômbia, Holanda e Japão ao abamectin, (Stumpf e Nauen, 2001); no Brasil a vários acaricidas (Chiavegato et al., 1983; Sato et al., 1994; Suplicy Filho et al. 1994; Sato et al., 2000a; Sato et al., 2000b; Sato et al., 2004; Sato et al., 2005; Sato et al., 2007a).

As resistências cruzada e múltipla também foram constatadas em *T. urticae*, como ao cyhexatin, que conferiu resistência, também, aos acaricidas azocyclotin e fenbutatin (Edge e James, 1986) e resistência cruzada entre abamectim e milbemectim (Sato et al., 2005). A resistência múltipla do chlofenapyr (desacoplador da fosforilação oxidativa via disrupção do gradiente de próton H<sup>+</sup>) foi relatada com o dimetoato (organofosforado) (Van Leeuwen et al., 2004) e com o fenpyromimate (inibidores do transporte de elétrons no complexo I) (Kim et al., 2004) e a resistência múltipla do bifenthrin com o piretróide  $\lambda$ -cyhalothrin com o organofosforado dimethoate foi relatada (Yang et al., 2002).

O pequeno número de cromossomos (n=3) de *T. urticae* aumenta a possibilidade do desenvolvimento da resistência múltipla (Sato et al., 2005). Um acaricida (por exemplo, abamectin) pode selecionar populações resistentes a outro grupo de acaricidas (por exemplo, piretróides) se os genes responsáveis pela resistência desses dois grupos são localizados no mesmo cromossomo (Omoto 1995).

No Brasil, algumas culturas, como o algodoeiro (Chiavegato et al., 1983), morangueiro (Sato et al., 2002; Sato et al., 2007b) e pessegueiro (Sato et al., 2000b), foram estudadas visando o manejo da resistência de *T. urticae* a acaricidas. No entanto, são necessários estudos em outras culturas, como o mamoeiro, para subsidiar o controle dessa importante praga.

### 3. TRABALHOS

#### EFEITO DE ACARICIDAS NA MORTALIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE *Tetranychus urticae* EM MAMOEIRO

##### RESUMO

*Tetranychus urticae* Koch é praga-chave do mamoeiro no Norte do Espírito Santo, principal pólo exportador do mamão brasileiro. Em laboratório, a mortalidade de ovos ou de fêmeas adultas de *T. urticae* foi obtida em discos de folhas de mamoeiro tratados com 14 acaricidas. No campo, os acaricidas mais eficazes no teste de laboratório foram pulverizados com um turbo-atomizador sobre o mamoeiro, gastando-se um volume de 667l /ha. As concentrações usadas foram as dos acaricidas registrados para o controle de *T. urticae* em mamoeiro e aquelas indicadas para seu controle em citros ou algodoeiro. *T. urticae* foi amostrado antes e a 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização no campo, e a eficiência dos acaricidas foi comparada com três métodos: número de ácaros vivos por planta, sem correção relativa à testemunha; Henderson e Tilton e ácaro-dias acumulativo. O método ácaro-dias acumulativo permitiu a melhor diferenciação da eficiência dos acaricidas no campo: milbectin = azocyclotin > emamectin = fenbutatin > chlorfenapir > abamectin > bifenthrin. O comportamento residual dos acaricidas foi comparado pela porcentagem de mortalidade de

fêmeas de *T. urticae* colocadas sobre discos de folhas removidas do mamoeiro imediatamente após a pulverização e nos mesmos dias das amostragens nas plantas pulverizadas no campo. Mesmo aos cinco dias da aplicação no campo, nenhum dos acaricidas testados propiciou elevada toxicidade residual de fêmeas do ácaro-rajado no laboratório. A distribuição de *T. urticae*, em três estratos das plantas no experimento de campo, foi avaliada: *T. urticae* é encontrado em maior número nos estratos superior e médio das folhas do mamoeiro quando em altas populações e se distribui mais uniformemente quando em baixa densidade.

### ABSTRACT

*Tetranychus urticae* Koch is a key pest of papaya in the North of Espírito Santo State, which produces for more than 40% of Brazil's annual crop of papaya. In the laboratory, we compared the mortality of eggs or adult females of *T. urticae* in papaya leaf discs treated with 14 acaricides. In the field, the seven most effective acaricides from the laboratory test were sprayed onto papaya plots with an atomizer at the rate of 667 L/ha. The concentrations used were those of registered acaricides for control of *T. urticae* on papaya and those listed for its control in citrus and cotton. The evaluations of *T. urticae* were performed before and at 5, 10, 15, 20, and 25 days after spraying. The efficiency of acaricides was compared using three methods: number of live mites per plant, without adjustment for the controls; Henderson and Tilton and cumulative mite-days. A better discrimination of the efficiency of the acaricides was obtained with cumulative: milbectin = azocyclotin > emamectin = fenbutatin > chlorfenapir > abamectin > bifenthrin. Additionally, in the laboratory, the residual efficacy of the acaricides sprayed in the field experiment was compared by the percentage of mortality of *T. urticae* placed on discs removed from the leaves of papaya immediately after the spraying and at the same periods of *T. urticae* sampling in the field. After five days of application in the field, none of the tested acaricides gave satisfactory residual toxicity of *T. urticae* in the laboratory. At high population density, *T. urticae* is found in greater numbers in the upper and middle strata, but at low population density it is evenly distributed on the papaya plants.

## INTRODUÇÃO

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, é encontrado em regiões de clima tropical e temperado em mais de 150 hospedeiros, como, algodão, feijão, pimentão, mamão, morango, maçã, pêsego e plantas ornamentais (Flechtmann, 1981). No mamoeiro, vive na parte inferior das folhas mais velhas, geralmente, entre as nervuras mais próximas do pecíolo, alimentando-se do líquido celular extravasado de células foliares rompidas por seu aparelho bucal picador-sugador. Isso causa amarelecimento, necrose e, posteriormente, perfurações no limbo foliar. As folhas do mamoeiro, em casos de ataque intenso, secam e caem, prematuramente, por isso seu desenvolvimento e produtividade são restringidos e seus frutos ficam mais expostos ao sol, o que compromete a qualidade dos mesmos (Martins, 2003). Esses danos e a frequência e abundância desse ácaro nos mamoeiros, notadamente nos meses de baixa precipitação, torna o mesmo a praga chave desta cultura no Norte do Espírito Santo (Couto et al., 2003). Essa região é a principal exportadora de mamão brasileiro (Alves, 2003) e essa cultura é alvo de aplicações frequentes de acaricidas, pela falta de táticas alternativas para reduzir a densidade populacional de *T. urticae*.

Apenas o abamectin, fenprothrin, fenpiroximato e enxofre estão registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA para o controle de *T. urticae* em mamoeiro (Agrofit, 2009). Isso dificulta o tratamento fitossanitário (Martins, 2003) e inviabiliza a organização de um sistema de manejo de acaricidas apropriado para esta cultura.

As populações de *T. urticae* podem ser reduzidas com acaricidas, mas é necessário a pesquisa: de produtos com mecanismos distintos de ação, como opções de controle de *T. urticae*; seletividade a inimigos naturais; manejo da resistência; proteção ambiental e segurança para os aplicadores e consumidores do mamão. Neste contexto, cabe ressaltar as exigências estritas, em especial dos países importadores, quanto ao limite máximo de resíduos (tolerância) de acaricidas no mamão; que podem constituir obstáculo à comercialização dessa fruta (Anvisa, 2009; US-Epa, 2009; DG-Sanco, 2009).

A mortalidade de ovos ou de fêmeas de *T. urticae* em discos de folhas mamoeiro, tratados com acaricidas no laboratório, e de fêmeas em discos de

folhas removidas de mamoeiros de um experimento em que eles foram pulverizados com um turbo-atomizador a guisa do tratamento convencional foram avaliadas. A eficiência de acaricidas foi, também, avaliada de três modos: número de ácaros vivos por planta, fórmula de Henderson e Tilton (1955) e número de ácaro-dias acumulativo (Ruppel, 1983). As amostragens efetuadas em três estratos de folhas das plantas testemunhas deste experimento serviram para se determinar a distribuição de *T. urticae* no mamoeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os testes foram conduzidos no laboratório e em área de cultivo comercial de mamão da Caliman Agrícola S/A, em Linhares, Estado do Espírito Santo, de março a novembro de 2007.

**Criação estoque de *T. urticae*.** Semanalmente, duas a três sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L. - Cv. Carioquinha) foram semeadas em tubetes de 4 X 20 cm, com substrato orgânico e irrigados diariamente. Ao completarem sete dias, as plantinhas dos tubetes foram infestadas com *T. urticae* coletado na área de cultivo comercial de mamão da Fazenda Romana da Caliman Agrícola S/A.

**Toxicidade de acaricidas a ovos de *T. urticae* em laboratório.** Quatorze acaricidas (Quadro 1) foram avaliados, cada um na concentração indicada pelo fabricante para o controle de *T. urticae* em mamoeiro. A concentração do acaricida sem registro, para o mamoeiro, foi a recomendada para o controle de *T. urticae* na cultura de citros ou algodoeiro (Agrofit, 2009). Quando a recomendação foi dada somente em dosagem por ha, a concentração foi calculada supondo-se o gasto de 667 litros da calda por ha. Discos de folhas de mamoeiro com 3,5 cm de diâmetro foram individualizados sobre algodão umedecido em caixas gerbox de 5,0 cm de diâmetro. Cada disco foi infestado com 10 fêmeas adultas de *T. urticae* provenientes da criação estoque. Após 24 h, as fêmeas foram retiradas e cada disco com os ovos foi imerso na calda do acaricida ou em água destilada (testemunha), sob leve agitação por cinco segundos, colocado, novamente, sobre

o algodão umedecido na caixa gerbox no interior do laboratório à temperatura ambiente.

**Quadro 1.** Nome técnico, nome comercial e concentração dos acaricidas usados contra *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) nos testes de imersão de discos de mamoeiro

Nome comercial	Nome técnico <sup>1</sup>	Formulação <sup>2</sup>	Dosagem	Registro no MAPA <sup>3</sup>
Vertimec	Abamectin	18 CE	60 ml/100 L	Sim
Meothrin	Fenpropathrin	300 CE	400 ml/100 L	Sim
Ortus	Fenpyroximate	50 SC	100 ml/100 L	Sim
Nutrienxofre	Enxofre	800 PM	300 g/100 L	Sim
Calda Sulfocálcica		Graus baumé	1000ml/100L	Não
Caligur	Azocyclotin	500 SC	50 ml/100 L	Não
Talstar	Bifenthrin	100 CE	600 ml/ha	Não
Marshal	Carbosulfan	200 SC	600 ml/100 L	Não
Pirate	Chlorfenapyr	240 SC	50 ml/100 L	Não
Acaristop	Clofentezine	500 SC	40 ml/100 L	Não
Proclaim	Emamectin	50 GD	22 g/100 L	Não
Torque	Fenbutatin	500 SC	80 ml/100 L	Não
Milbeknock	Milbemectin	50 CE	25 ml/100 L	Não
Oberon	Spiromesifen	240 SC	600 ml/100 L	Não

Fonte: Agrofit (2009)

<sup>1</sup>O nome dos agroquímicos segue a nomenclatura utilizada internacionalmente.

<sup>2</sup>Formulações: CE = Concentrado Emulsionável, PM = Pó Molhável, SC = Suspensão Concentrada, GD = Granulado Dispersível em Água.

<sup>3</sup>Para *T. urticae* em mamoeiro.

A mortalidade dos ovos foi avaliada 120 h após a imersão. O número de ovos não eclodidos nos discos que não receberam acaricida (testemunha) foi usado para corrigir a porcentagem de mortalidade de ovos nos discos tratados. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 14 tratamentos e três repetições. Cada repetição correspondeu ao número de ovos em três discos (média geral de 30 ovos). Os resultados, expressos em porcentagem de

mortalidade, foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott a 5% de probabilidade de erro, mediante utilização do Programa SAEG. Os dados foram submetidos ao teste de Lilliefors e ao de Cochran and Bartlett para, respectivamente, verificação da normalidade de distribuição e homogeneidade de variâncias, ambos com nível de significância de  $P > 0.05$ .

**Toxicidade de acaricidas a fêmeas de *T. urticae* em laboratório.** Como no bioensaio anterior, os discos de folhas de mamoeiro foram imersos individualmente na calda de cada um dos 14 acaricidas (Quadro 1), sob leve agitação por cinco segundos, e secos à temperatura ambiente por 30 minutos (Grafton-Cardwell e Hoy, 1983). Após a secagem, cada disco foi infestado com 30 fêmeas adultas da criação estoque. A mortalidade foi avaliada 48h após a infestação do disco, sendo considerado morto o ácaro que não se moveu, após leve toque com pincel de pêlo fino. A mortalidade de fêmeas na testemunha (fêmeas em discos imersos em água) foi usada para corrigir a mortalidade de fêmeas provocada pelos acaricidas (Abbott, 1925). O delineamento foi em blocos casualizados, com quinze tratamentos e três repetições. Cada repetição teve 90 ácaros, ou seja, três discos com 30 ácaros cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott a 5% de probabilidade de erro, mediante utilização do Programa SAEG. Os dados foram submetidos ao teste de Lilliefors e ao de Cochran e Bartlett para, respectivamente, verificação da normalidade de distribuição e homogeneidade de variâncias, ambos com nível de significância de  $P > 0.05$ .

**Toxicidade de acaricidas a *T. urticae* no campo.** O experimento foi conduzido em uma lavoura comercial de mamão (cultivar Golden) plantada em fileira simples, com espaçamento de 3,6 x 1,5 m e com 16 meses de idade. Os acaricidas selecionados para este teste foram a abamectin, azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapyr, emamectin, fenbutatin e milbemectin, de acordo com os resultados dos bioensaios de mortalidade de ovos e de fêmeas (Quadro 1). Esses compostos foram aplicados com o atomizador Jacto 2000 com 667 L/ha, volume normalmente gasto nas aplicações comerciais. Cada acaricida foi pulverizado em uma linha da lavoura com 250 m de comprimento. Após 0 (imediatamente antes



da pulverização), 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização, o número de ácaros vivos foi avaliado em 30 plantas marcadas ao acaso na linha. Três folhas (uma por estrato: superior, médio e inferior) e três pontos de 1cm<sup>2</sup> por folha foram avaliados em cada planta marcada. Uma linha de bordadura foi deixada à direita e esquerda de cada linha, cujas plantas não foram pulverizadas. O experimento constou de oito tratamentos e 30 repetições (1 planta/repetição). A eficiência dos tratamentos foi avaliada por três métodos:

a) média do número de ácaros vivos por planta nos diferentes períodos após a pulverização. Os resultados foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott a 5% de probabilidade de erro, mediante utilização do Programa SAEG.

b) Fórmula de Henderson e Tilton (1955):

$$\% \text{ de mortalidade} = 100 \times [1 - (T_b \times C_a / T_a \times C_b)], \text{ onde:}$$

T<sub>a</sub> = número de ácaros nas plantas do tratamento antes da aplicação do acaricida;

T<sub>b</sub> = número de ácaros nas plantas do tratamento após a aplicação do acaricida;

C<sub>a</sub> = número de ácaros nas plantas testemunhas antes da aplicação do acaricida;

C<sub>b</sub> = número de ácaros nas plantas testemunhas após a aplicação do acaricida.

A porcentagem de mortalidade corrigida pela testemunha com a fórmula Henderson e Tilton (1955) foi submetida à análise de variância e médias comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott a 5% de probabilidade de erro, com o Programa SAEG.

c) Determinação do número de "ácaro-dias" acumulativo (Ruppel, 1983):

$$\text{"ácaro-dias"} = (X_{i+1} - X_i) (Y_i + Y_{i+1})/2, \text{ onde:}$$

(X<sub>i+1</sub> - X<sub>i</sub>) = intervalo em dias entre duas amostras consecutivas

(Y<sub>i</sub> + Y<sub>i+1</sub>) = soma do número de ácaros encontrado em duas amostras consecutivas

Os resultados, expressos em ácaro-dias acumulativo, foram submetidos à análise de variância e médias comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott a 5% de probabilidade de erro, com o Programa SAEG. A seguir, o número de "ácaro-dias" acumulativo foi transformado em % de eficiência em relação ao número de ácaro-dias acumulativo da testemunha com a fórmula de Abbott (1925).

$$\text{Fórmula de Abbott} = (1 - T/C) \times 100, \text{ onde:}$$

T = ácaro-dias acumulativo no tratamento;

C = ácaro-dias acumulativo na testemunha.

O número de ácaros vivos por planta de cada tratamento foi utilizado para traçar uma curva e verificar o efeito de cada um ao longo do tempo. Os resultados foram submetidos à análise de regressão, comparadas pelo teste de T, com o Programa SAEG, e selecionado o modelo que melhor se ajustou aos dados em cada tratamento.

O número de ácaros vivos por planta na testemunha foi correlacionado com os dados climáticos obtidos da estação meteorológica da Fazenda Romana da Caliman Agrícola S/A, através da Correlação de Pearson, pelo teste de T a 5% de probabilidade de erro mediante utilização do Programa SAEG.

**Toxicidade residual de acaricidas a *T. urticae* no laboratório.** Dez plantas de cada tratamento foram selecionadas ao acaso. Após 0 (30 minutos), 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização dos acaricidas nas plantas utilizadas no teste de toxicidade de acaricidas no campo, uma folha foi retirada de cada uma delas, da qual foi extraído um disco (3,5 cm de diâmetro) com perfurador. No laboratório, cada disco foi colocado sobre algodão umedecido em uma caixa gerbox (5,0 cm de diâmetro) com 30 fêmeas de *T. urticae* da criação estoque. A sobrevivência das fêmeas foi avaliada 48h após a infestação dos discos, considerando-se mortas as imóveis quando tocadas com pincel de pêlo fino. O delineamento foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos (sete acaricidas + testemunha: plantas não pulverizadas) e 10 repetições (30 fêmeas/repetição). Os dados de porcentagem de fêmeas mortas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott a 5% de probabilidade de erro, com o do Programa SAEG. Os dados foram submetidos ao teste de Lilliefors e ao de Cochran e Bartlett para, respectivamente, verificação da normalidade de distribuição e homogeneidade de variâncias, ambos com nível de significância de  $P > 0.05$ .

**Distribuição de *T. urticae* em plantas de mamoeiro.** A distribuição do ácaro-rajado na planta do mamoeiro foi avaliada com os dados toxicidade de acaricidas no campo. Para isso, foi avaliado cada estrato da planta separadamente. O número de ácaros por estrato da planta (superior, médio e

inferior), aos 0 (imediatamente antes da pulverização), 5, 10, 15, 20 e 25 dias após a pulverização dos acaricidas, em 30 plantas por tratamento, foi submetido à análise de variância e suas médias comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott a 5% de probabilidade de erro, com o Programa SAEG. Os dados foram submetidos ao teste de Lilliefors e ao de Cochran e Bartlett para, respectivamente, verificação da normalidade de distribuição e homogeneidade de variâncias, ambos ao nível de 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS

**Toxicidade de acaricidas a fêmeas de *Tetranychus urticae* em laboratório.** Dois grupos de acaricidas se destacaram: os que causaram elevada mortalidade de ovos e fêmeas (chlorfenapyr e bifenthrin) e os que causaram fraca mortalidade de ambos (spiromesifen, clofentezine, fenpyroximate, calda sulfocálcica, enxofre e carbosulfan) (Tabela 1). Nem sempre o acaricida ovicida é o melhor adulticida e vice-versa, pois houve aqueles mais eficazes (% de mortalidade > 80%) somente contra ovos (milbemectin e spiromesifen) e outros eficazes (% de mortalidade > 80%) somente contra fêmeas (ememectin, abamectin, fenpropathrin e fenbutatin).

O objetivo neste bioensaio foi discriminar os melhores produtos em laboratório para serem utilizados no experimento de campo e permitir sua operacionalidade. Os seguintes acaricidas foram selecionados: abamectin, azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapyr, emamectin, fenbutatin e milbemectin. O fenpropathrin não foi selecionado devido a sua suspensão de comercialização no Estado do Espírito Santo por ocasião do experimento (informação pessoal do fabricante/distribuidor).

**Toxicidade de acaricidas a *Tetranychus urticae* no campo.** A discriminação da eficiência dos acaricidas variou com o método de avaliação (Tabela 2, 3 e 4). Os acaricidas com melhor desempenho no campo foram azocyclotin, chlorfenapyr, milbemectin, emamectin e fenbutatin pelos três métodos.

Os valores negativos (Tabela 3) revelaram no tratamento, quando a população de *T. urticae* estava maior que na testemunha.

**Tabela 1.** Mortalidade (%) de ovos e fêmeas de ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* (Koch), em folhas de mamoeiro tratadas com acaricidas

<b>Acaricida</b>	<b>Mortalidade de ovos (%)</b>	<b>Mortalidade de fêmeas (%)</b>
Abamectin	55,14 <sup>*</sup> b	92,66 a
Azocyclotin	77,74 b	76,00 b
Bifentrin	100,00 a	89,77 a
Calda Sulfocálcica	9,88 c	9,31 d
Carbosulfan	4,92 c	2,37 d
Chlorfenapyr	100,00 a	100,00 a
Clofentezin	51,01 c	14,57 d
Emamectin	21,17 c	97,51 a
Fenbutatin	69,34 c	87,36 a
Fenpropathrin	73,79 b	91,05 a
Fenpyroximate	58,08 b	10,79 d
Milbemectin	88,42 a	44,56 c
Nutrienxofre	18,72 c	7,34 d
Spiromesifen	100,00 a	14,97 d

\* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo critério de agrupamento de Scott-Nott a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2. Número de *Tetranychus urticae* imediatamente antes e após a pulverização dos acaricidas no campo, Linhares, ES (N= 30 repetições = plantas de mamoeiro).

Acaricida	Dias após a pulverização											
	Antes	5		10		15		20		25		
	Média	Média	%mort <sup>2</sup> .	Média	%mort.	Média	% mort	Média	% mort	Média	% mort	
Abamectin	21,07 <sup>1</sup> c	5,03 b	76,12	6,03 b	71,38	11,3 a	47,93	8,35 b	60,37	1,83 b	91,32	
Azocyclotin	24,97 b	1,10 c	95,59	1,57 c	93,37	1,40 c	94,39	0,47 c	98,12	0,10 b	99,60	
Bifenthrin	28,50 a	2,03 c	92,88	5,93 b	79,19	13,57 a	52,39	16,67 a	41,51	9,07 a	68,18	
Chlorfenapyr	26,10 b	4,20 b	83,91	4,07 c	84,41	6,67 b	74,44	1,97 c	92,45	0,33 b	98,74	
Emamectin	19,80 c	3,20 b	83,84	3,73 c	81,16	2,27 c	88,53	0,93 c	95,30	0,70 b	96,47	
Fenbutatin	22,00 c	3,43 b	84,41	3,13 c	85,77	3,47 c	84,23	0,60 c	97,27	1,10 b	95,00	
Milbemectin	17,50 d	1,47 c	91,60	1,53 c	91,26	2,33 c	86,69	0,9 c	94,86	0,30 b	98,29	
Testemunha	29,47 a	17,83 a	39,50	18,80 a	36,21	11,10 a	62,33	10,07 b	65,83	6,50 a	77,95	

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra por coluna não diferem pelo critério de agrupamento de Scott-Nott a 5% de probabilidade de erro.

<sup>2</sup>Porcentagem de mortalidade no tratamento em relação à avaliação antes da pulverização.

Tabela 3. Porcentagem de eficiência de acaricidas em relação à testemunha calculada pela fórmula de Henderson e Tilton para *Tetranychus urticae* em mamoeiro após a pulverização (N = 30 repetições = plantas de mamoeiro)

Acaricida	Dias após o tratamento				
	5	10	15	20	25
	% eficiência	% eficiência	% eficiência	% eficiência	% eficiência
Abamectin	59,46 <sup>*</sup> a	51,92 a	-54,09 A	-17,20 b	36,98 b
Azocyclotin	92,93 a	90,42 a	84,47 C	94,16 c	96,56 c
Bifenthrin	89,25 a	62,57 a	-37,08 A	-91,13 a	-91,61 a
Chlorfenapyr	66,47 a	71,50 a	30,43 B	76,72 c	94,38 c
Emamectin	72,33 a	61,64 a	69,89 C	87,60 c	78,15 c
Fenbutatin	73,89 a	78,16 a	63,99 C	90,09 c	66,63 c
Milbemectin	84,40 a	85,01 a	64,63 C	84,98 c	86,68 c

<sup>\*</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem pelo critério de agrupamento de Scott-Nott a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4. Ácaro-dias acumulativo e porcentagem de eficiência de acaricidas em relação à testemunha para *Tetranychus urticae* em mamoeiro em cinco períodos após a pulverização (N = 30 repetições = plantas de mamoeiro)

Acaricida	Dias após o tratamento														
	5		10		15		20		25						
	Ácaro-dia	% efic.	Ácaro-dia	% efic.	Ácaro-dia	% efic.	Ácaro-dia	% efic.	Ácaro-dia	% efic.					
Abamectin	65,25 <sup>*</sup>	b	44,82	92,92	b	55,71	136,25	b	52,12	185,83	c	44,94	211,75	c	44,11
Azocyclotin	65,17	b	44,89	71,83	c	65,77	79,25	d	72,15	83,92	f	75,13	85,33	f	77,48
Bifenthrin	76,33	b	35,45	96,25	b	54,13	145,00	b	49,05	220,58	b	34,64	284,92	b	24,81
Chlorfenapyr	75,75	b	35,94	96,42	b	54,05	123,25	b	56,69	144,83	d	57,09	150,58	d	60,26
Emamectin	57,50	b	51,37	74,83	c	64,34	89,83	c	68,43	97,83	e	71,01	101,92	e	73,10
Fenbutatin	63,58	b	46,23	80,00	c	61,87	96,50	c	66,09	106,67	e	68,39	110,92	e	70,73
Milbemectin	47,42	b	59,90	54,92	c	73,83	64,58	d	77,31	72,67	f	78,47	75,67	f	80,03
Testemunha	118,25	a	-	209,83	a	-	284,58	a	-	337,50	a	-	378,91	a	-

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem pelo critério de agrupamento de Scott-Nott a 5% de probabilidade

O método de avaliação de ácaros-dias acumulativo discriminou melhor os acaricidas. As curvas foram plotadas com os dados da porcentagem da eficiência baseada no cálculo de ácaros-dias acumulativos de cada tratamento (Figura 1).

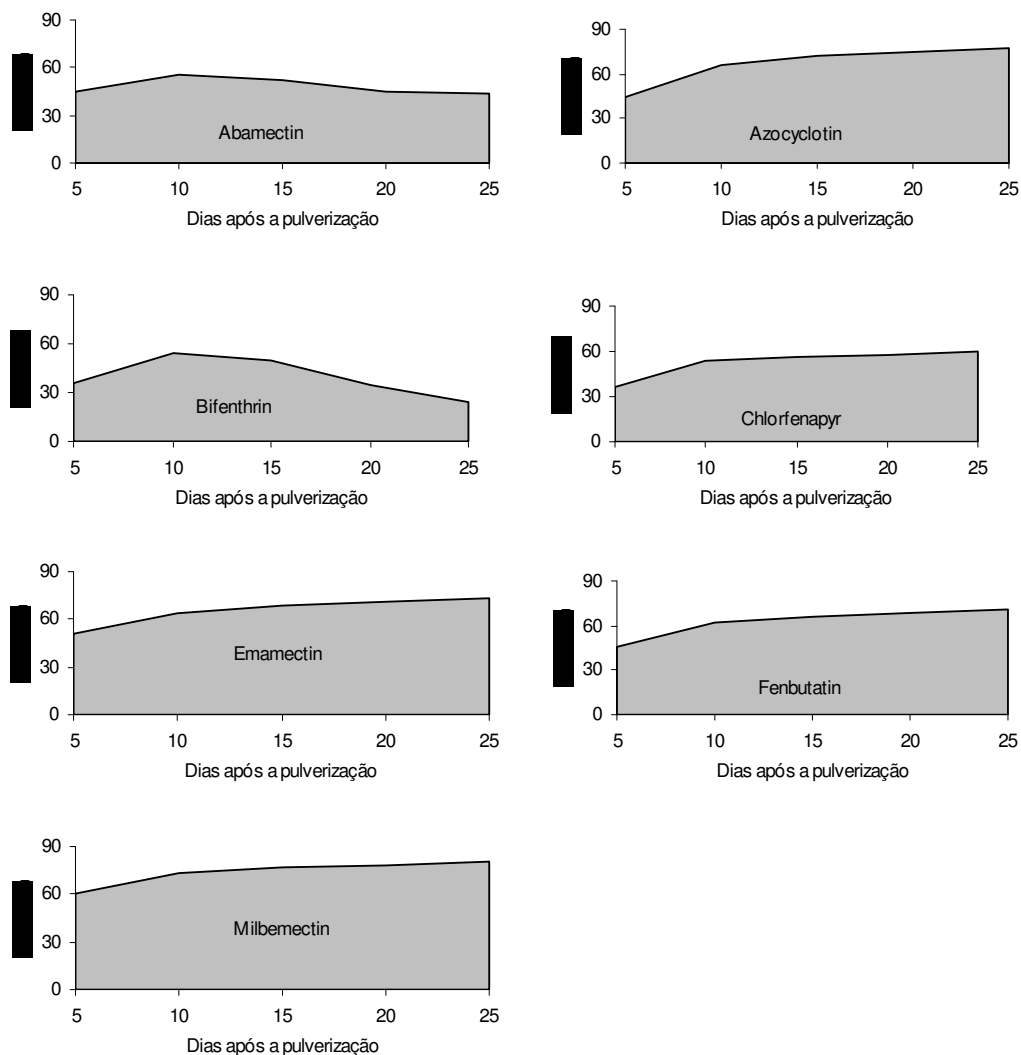


Figura 1. Porcentagem de eficácia dos acaricidas com base no número de ácaros-dias acumulativo em relação à testemunha.

A área sob a curva combina o número e o tempo em uma única expressão da porcentagem de eficiência dos acaricidas, com base no cálculo dos ácaros-dias acumulativos em relação à testemunha. Quanto maior a área sob a curva,



mais eficaz é o tratamento (Ruppel, 1983). A única desvantagem desse método foi não ter permitido a visualização da re-infestação do ácaro-rajado no tratamento abamectin e bifenthrin, a partir dos 15 dias após a aplicação dos acaricidas (Figura 1 e Tabela 4).

As curvas obtidas, pela análise de regressão, tornaram possível verificar o efeito de cada tratamento ao longo do tempo. O número de ácaro-rajado nas plantas da testemunha mostrou queda gradual durante o experimento. A curva que melhor se ajustou a esses resultados foi o modelo linear (Figura 2).

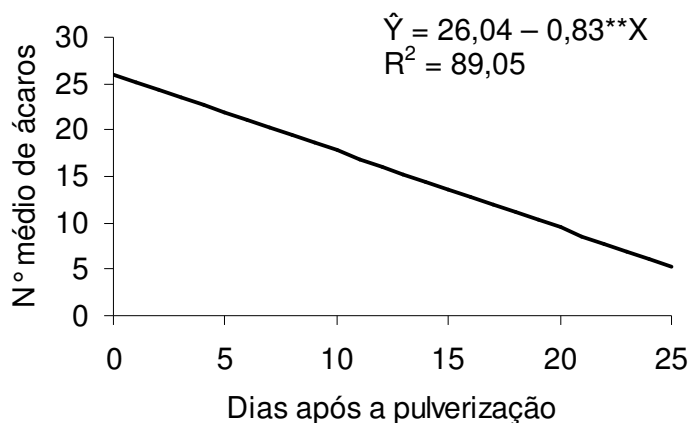


Figura 2. Número de ácaros em 30 plantas de mamoeiro na testemunha antes e aos 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização dos acaricidas. \*\*significativo ao nível de 1%; \*significativo ao nível de 5% pelo teste de T.

O modelo cúbico foi o melhor para o abamectin e bifenthrin (Figuras 3 e 5, respectivamente). Este resultado é compreensível, pela rápida queda inicial no número de ácaro nesses tratamentos, mas a população de ácaro aumentou aos 15 dias, indicando uma rápida re-infestação de *T. urticae* nesses tratamentos. Entretanto, as condições climáticas estavam desfavoráveis para o seu desenvolvimento e o número de ácaro nesses tratamentos voltou a cair. O modelo que melhor se ajustou aos resultados nos tratamentos com azocyclotin (Figura 4), chlorfenapyr (Figura 6), emamectin (Figura 7), fenbutatin (Figura 8) e milbemectin

(Figura 9) foi o de raiz quadrada. Esse modelo mostra, claramente, uma queda abrupta do número de ácaro-rajado nesses tratamentos na primeira avaliação que se manteve até o final do experimento.

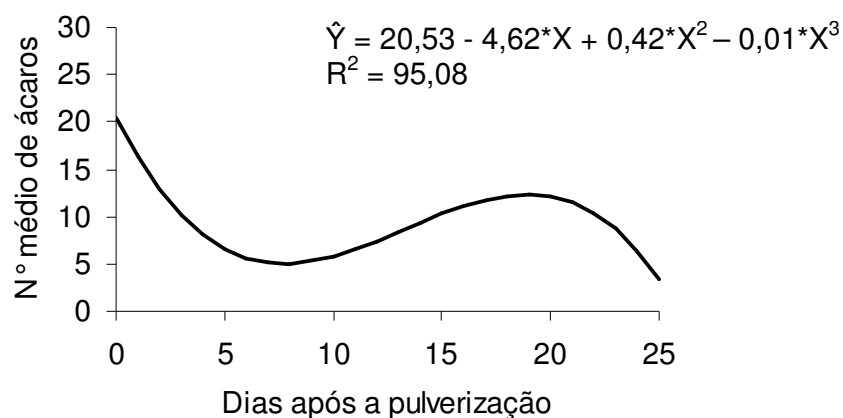


Figura 3. Número de ácaros em 30 plantas de mamoeiro no tratamento com abamectin antes e após 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização dos acaricidas. \*\*significativo ao nível de 1%; \*significativo ao nível de 5% pelo teste de T.

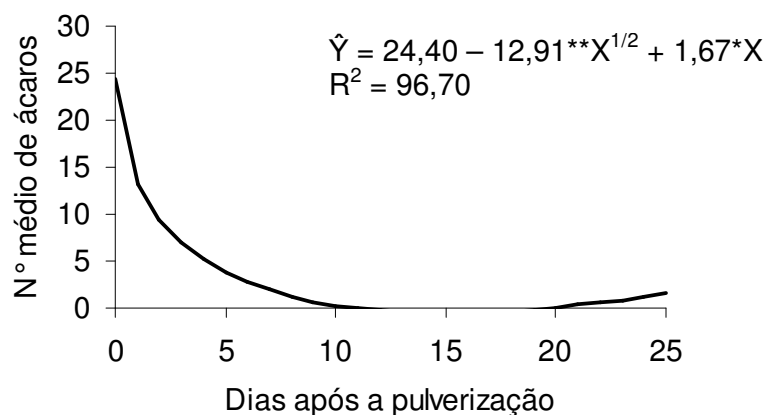


Figura 4. Número de ácaros em 30 plantas de mamoeiro no tratamento com azocyclotin antes e após 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização dos acaricidas. \*\*significativo ao nível de 1%; \*significativo ao nível de 5% pelo teste de T.

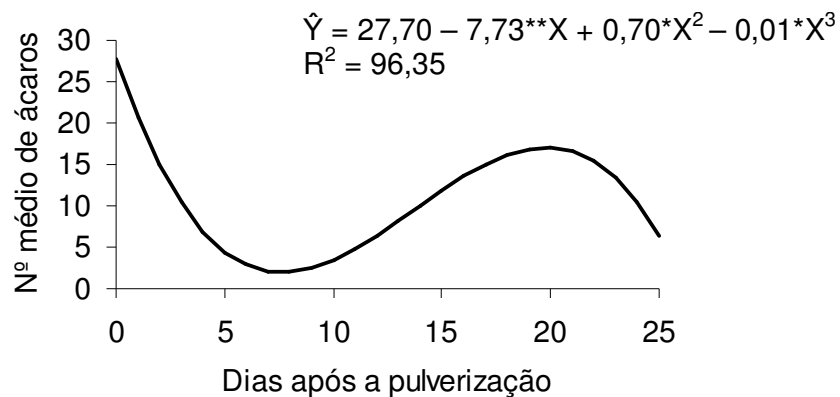


Figura 5. Número de ácaros em 30 plantas de mamoeiro no tratamento com bifenthrin antes e após 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização dos acaricidas. \*\*significativo ao nível de 1%; \*significativo ao nível de 5% pelo teste de T.

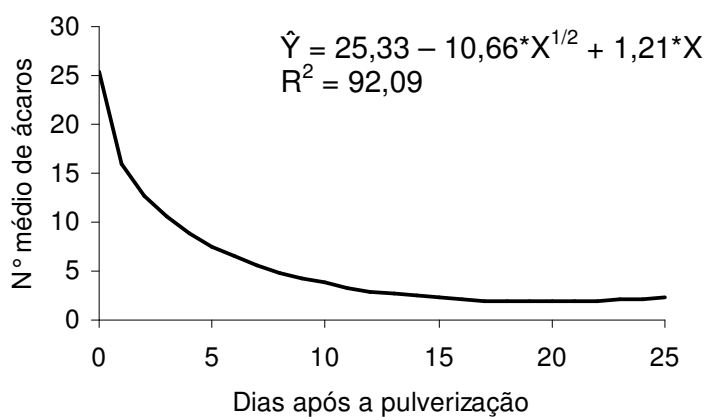


Figura 6. Número de ácaros em 30 plantas de mamoeiro no tratamento com chlorfenapyr antes e após 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização dos acaricidas. \*\*significativo ao nível de 1%; \*significativo ao nível de 5% pelo teste de T.

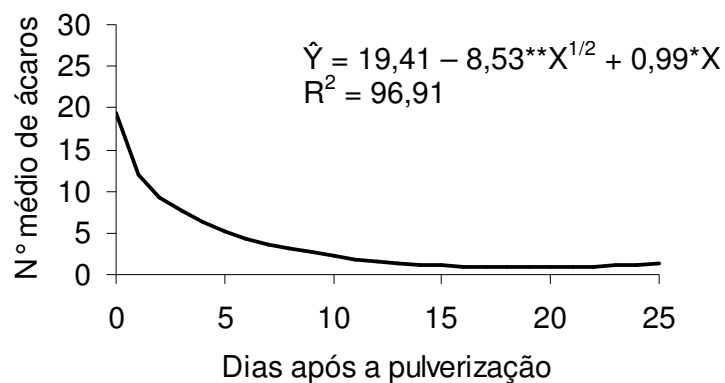


Figura 7. Número de ácaros em 30 plantas de mamoeiro no tratamento com emamectin antes e após 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização dos acaricidas. \*\*significativo ao nível de 1%; \*significativo ao nível de 5% pelo teste de T.

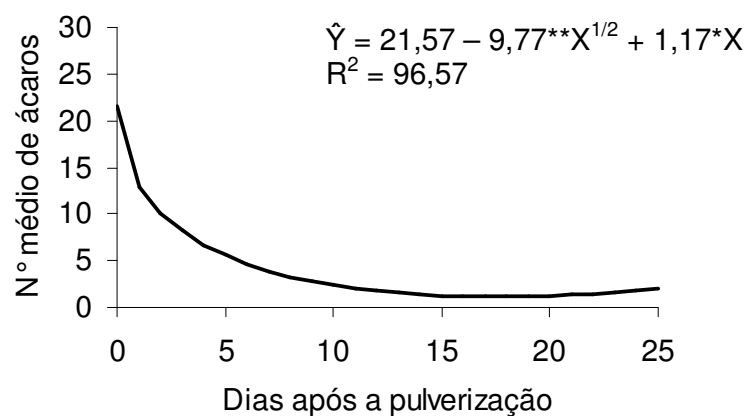


Figura 8. Número de ácaros em 30 plantas de mamoeiro no tratamento com fenbutatin antes e após 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização dos acaricidas. \*\*significativo ao nível de 1%; \*significativo ao nível de 5% pelo teste de T.

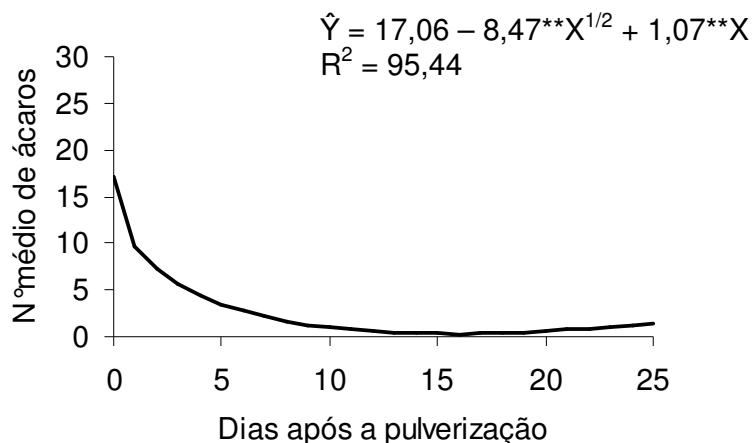


Figura 9. Número de ácaros em 30 plantas de mamoeiro no tratamento com milbemectin antes e após 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização dos acaricidas. \*\*significativo ao nível de 1%; \*significativo ao nível de 5% pelo teste de T.

Houve correlação negativa (-0.7593) do número de ácaros na testemunha com a precipitação, pela análise da correlação de Pearson a 5% de probabilidade de erro. Não foi possível observar correlação com a temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média e umidade relativa do ar.

**Efeito residual no laboratório.** De forma geral, o efeito residual diminuiu do zero aos 25 dias (Figuras 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16), e já aos cinco dias houve drástica redução na mortalidade, com nenhum dos acaricidas apresentando valores acima de 50%. A partir dos 20 dias, a porcentagem de mortalidade foi semelhante entre tratamentos (Tabela 5). Os produtos com menor efeito residual foram o abamectin, emamectin e milbemectin.

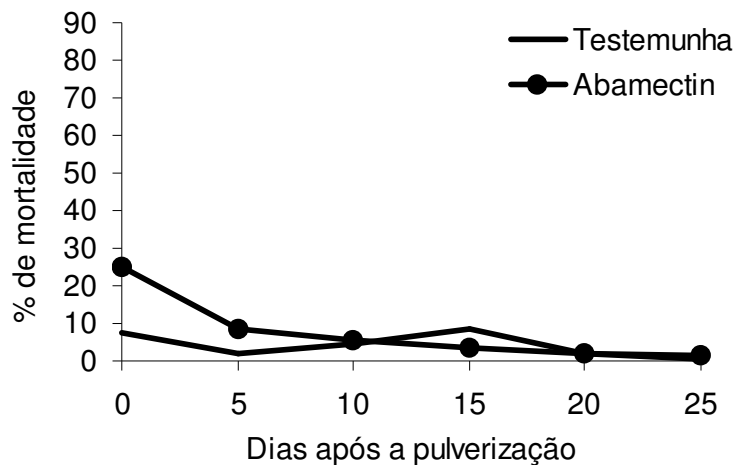


Figura 10. Efeito residual na porcentagem de mortalidade de *Tetranychus urticae* em discos de folhas de mamoeiro retirados após 0 (30 minutos), 5, 10, 15, 20 e 25 dias após a aplicação dos acaricidas no campo (% de mortalidade após 48h).

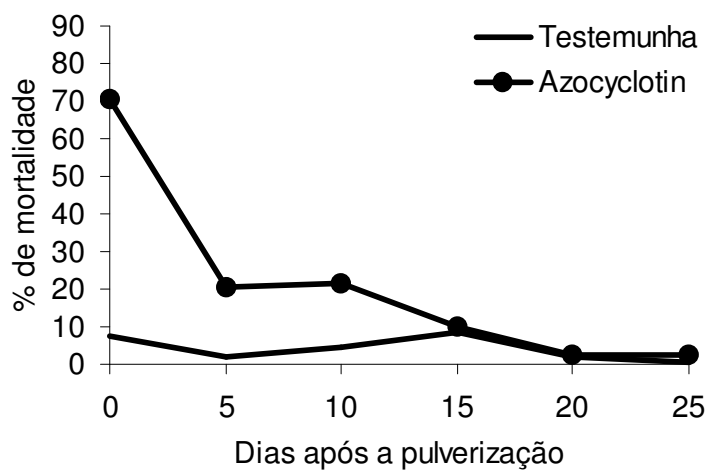


Figura 11. Efeito residual na porcentagem de mortalidade de *Tetranychus urticae* em discos de folhas de mamoeiro retirados após 0 (30 minutos), 5, 10, 15, 20 e 25 dias após a aplicação dos acaricidas no campo (% de mortalidade após 48h).

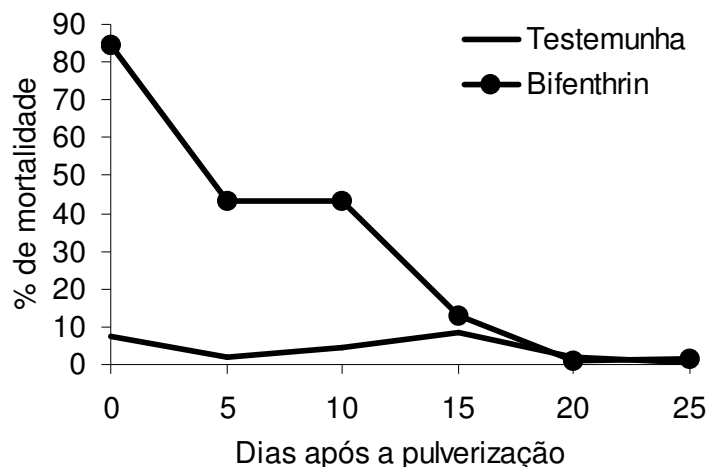


Figura 12. Efeito residual na porcentagem de mortalidade de *Tetranychus urticae* em discos de folhas de mamoeiro retirados após 0 (30 minutos), 5, 10, 15, 20 e 25 dias após a aplicação dos acaricidas no campo (% de mortalidade após 48h).

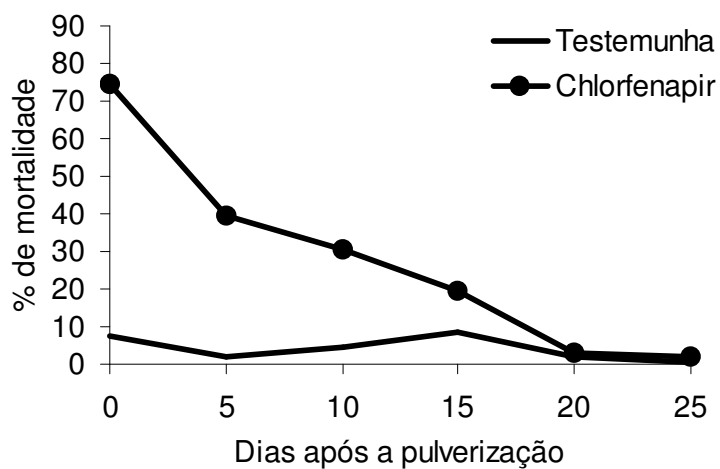


Figura 13. Efeito residual na porcentagem de mortalidade de *Tetranychus urticae* em discos de folhas de mamoeiro retirados após 0 (30 minutos), 5, 10, 15, 20 e 25 dias após a aplicação dos acaricidas no campo (% de mortalidade após 48h).

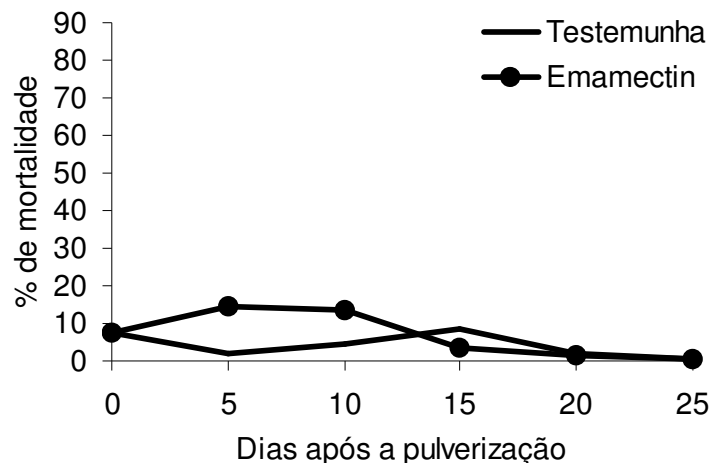


Figura 14. Efeito residual na porcentagem de mortalidade de *Tetranychus urticae* em discos de folhas de mamoeiro retirados após 0 (30 minutos), 5, 10, 15, 20 e 25 dias após a aplicação dos acaricidas no campo (% de mortalidade após 48h).

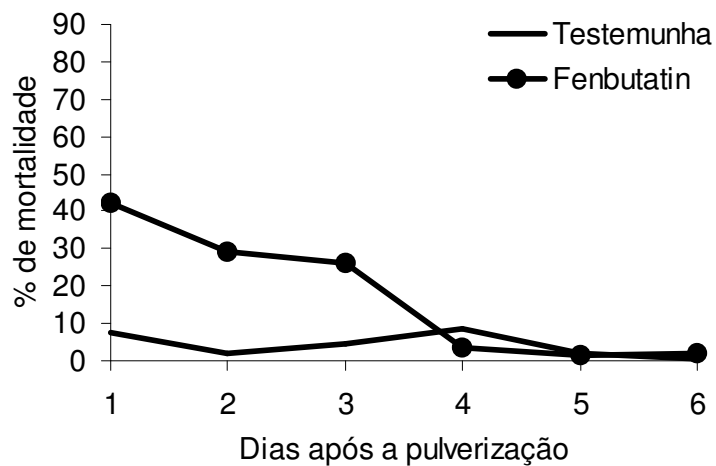


Figura 15. Efeito residual na porcentagem de mortalidade de *Tetranychus urticae* em discos de folhas de mamoeiro retirados após 0 (30 minutos), 5, 10, 15, 20 e 25 dias após a aplicação dos acaricidas no campo (% de mortalidade após 48h).



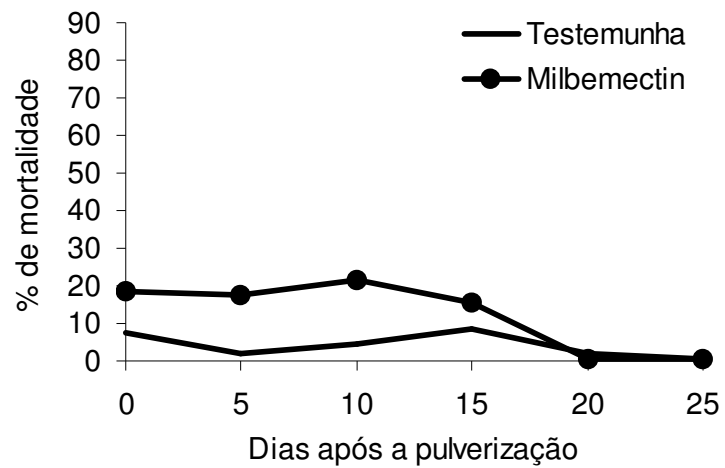


Figura 16. Efeito residual na porcentagem de mortalidade de *Tetranychus urticae* em discos de folhas de mamoeiro retirados após 0 (30 minutos), 5, 10, 15, 20 e 25 dias após a aplicação dos acaricidas no campo (% de mortalidade após 48h).

Tabela 5. Toxicidade residual de acaricidas a *Tetranychus urticae* em mamoeiro (N= 10 repetições)

Acaricida	Dias após o tratamento					
	0	5	10	15	20	25
	% mortalidade	% mortalidade	% mortalidade	% mortalidade	% mortalidade	% mortalidade
Abamectin	25,0 d*	8,7 d	5,3 d	3,7 b	2,0 a	1,7 a
Azocyclotin	70,7 b	20,7 c	21,7 b	10,0 b	2,7 a	2,3 a
Bifenthrin	84,3 a	43,3 a	43,3 a	13,0 a	1,0 a	1,3 a
Chlorfenapyr	74,7 b	39,7 a	30,3 b	19,3 a	3,0 a	2,0 a
Emamectin	7,7 e	14,7 c	13,3 c	3,7 b	1,3 a	0,7 a
Fenbutatin	42,3 c	29,3 b	26,0 b	3,3 b	1,7 a	2,0 a
Milbemectin	18,7 d	17,3 c	21,3 b	15,3 a	0,3 a	0,3 a
Testemunha	7,3 e	2,0 d	4,3 d	8,3 b	2,0 a	0,3 a

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo critério de agrupamento de Scott-Nott.

**Distribuição de *T. urticae* em plantas de mamoeiro.** Os resultados das avaliações da testemunha e dos tratamentos, antes da aplicação dos acaricidas, mostraram que quando a população de *T. urticae* é alta, ele tende a subir na planta do mamoeiro, se agregando no estrato superior e médio da planta (Figuras 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24). O número de ácaros por estrato caiu, devido às condições climáticas na testemunha (Figura 17) e a aplicação de acaricidas e condições climáticas nos demais tratamentos (Figuras 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24). Em baixa densidade populacional, a quantidade de ácaro no estrato inferior foi semelhante a dos demais estratos, ou seja, o ácaro-rajado estava, uniformemente, distribuído na planta. A mudança na distribuição do ácaro nas plantas tratadas não foi, provavelmente, devido à aplicação do produto, mas a redução do nível populacional do mesmo na planta. Em nenhuma avaliação notou-se mais ácaro no estrato inferior da planta.

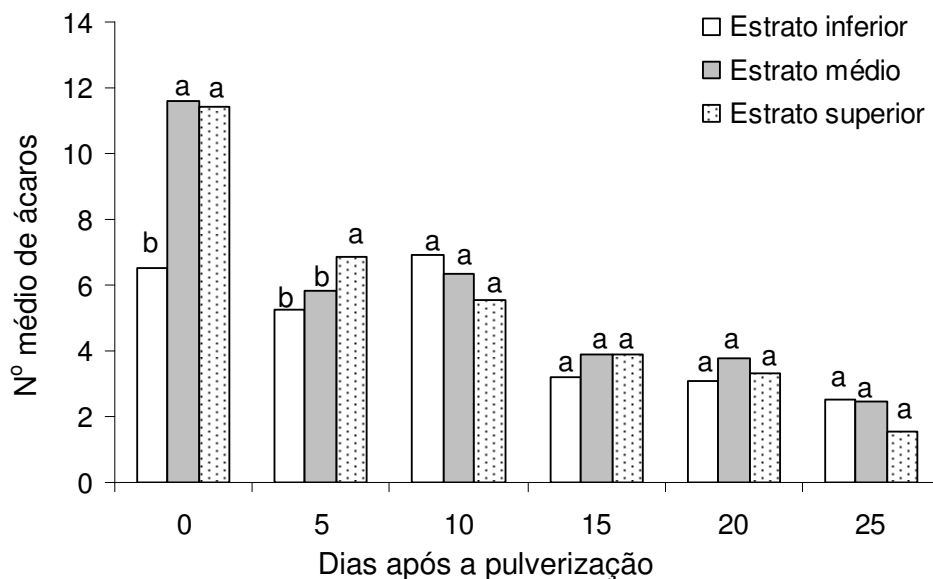


Figura 17. Número de *Tetranychus urticae* por estrato (inferior, médio e superior), em 30 plantas de mamoeiro na testemunha. Barras com mesma letra, dentro de cada dia de avaliação, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott.

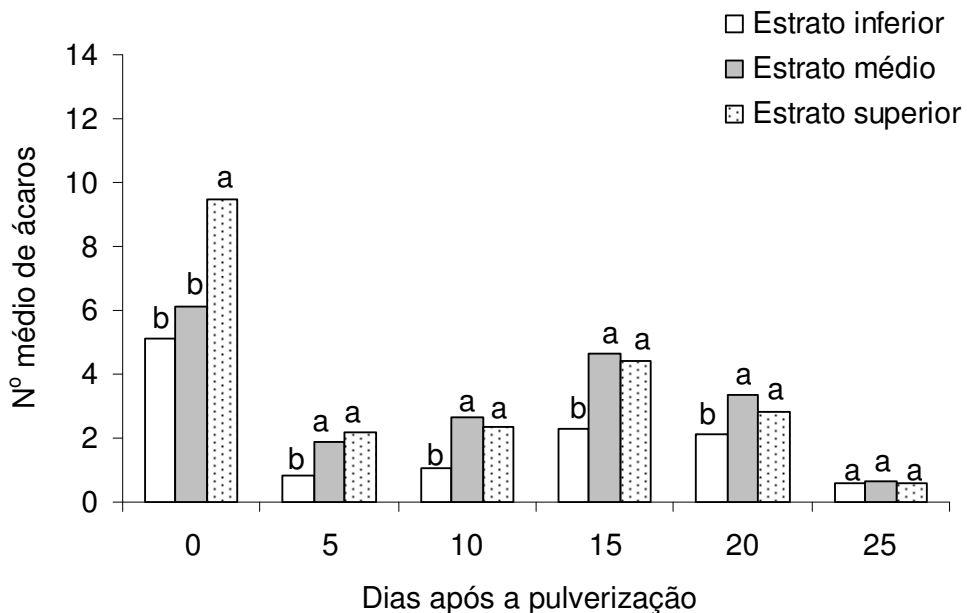


Figura 18. Número de *Tetranychus urticae* por estrato (inferior, médio e superior), em 30 plantas de mamoeiro tratadas com abamectin. Barras com mesma letra, dentro de cada dia de avaliação, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott.

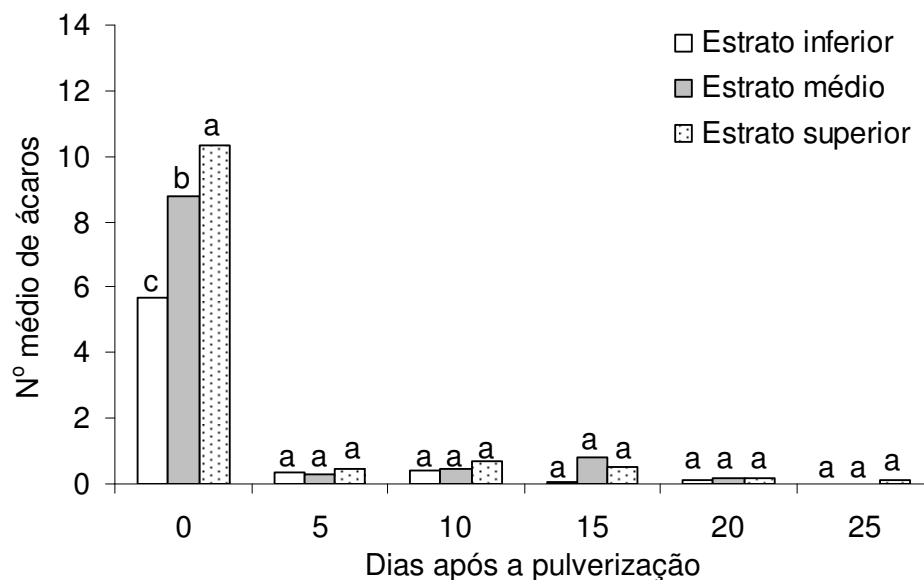


Figura 19. Número de *Tetranychus urticae* por estrato (inferior, médio e superior), em 30 plantas de mamoeiro, tratadas com azocyclotin. Barras com mesma letra, dentro de cada dia de avaliação, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott.

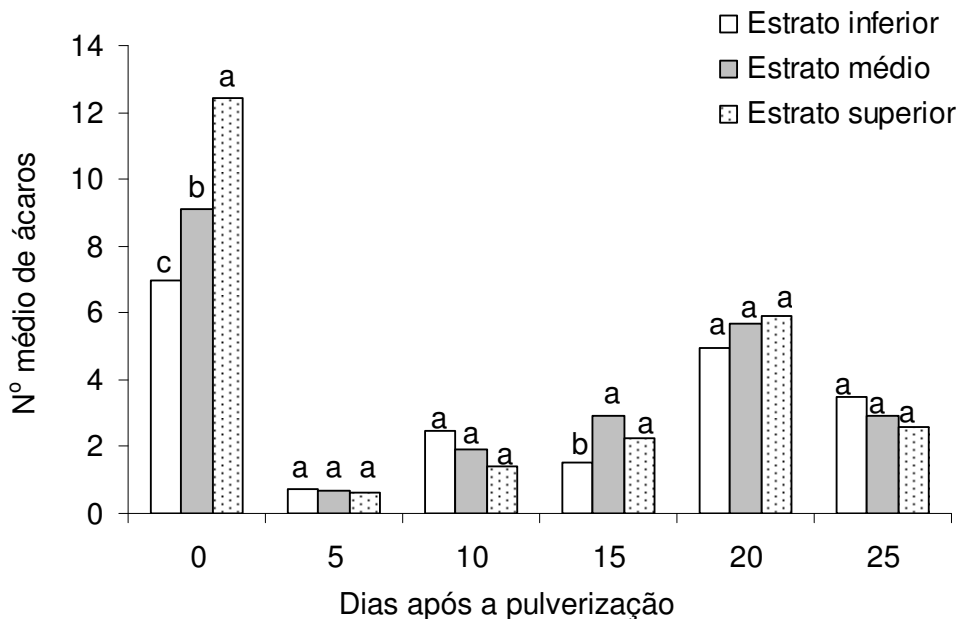


Figura 20. Número de *Tetranychus urticae* por estrato (inferior, médio e superior), em 30 plantas de mamoeiro, tratadas com bifenthrin. Barras com mesma letra, dentro de cada dia de avaliação, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott.

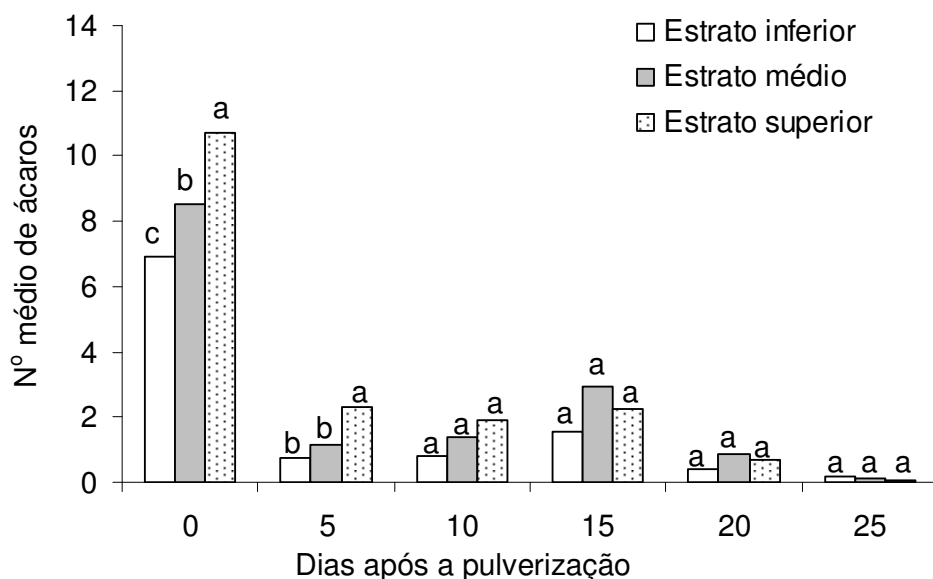


Figura 21. Número de *Tetranychus urticae* por estrato (inferior, médio e superior), em 30 plantas de mamoeiro, tratadas com chlorfenapyr. Barras com mesma letra, dentro de cada dia de avaliação, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott.

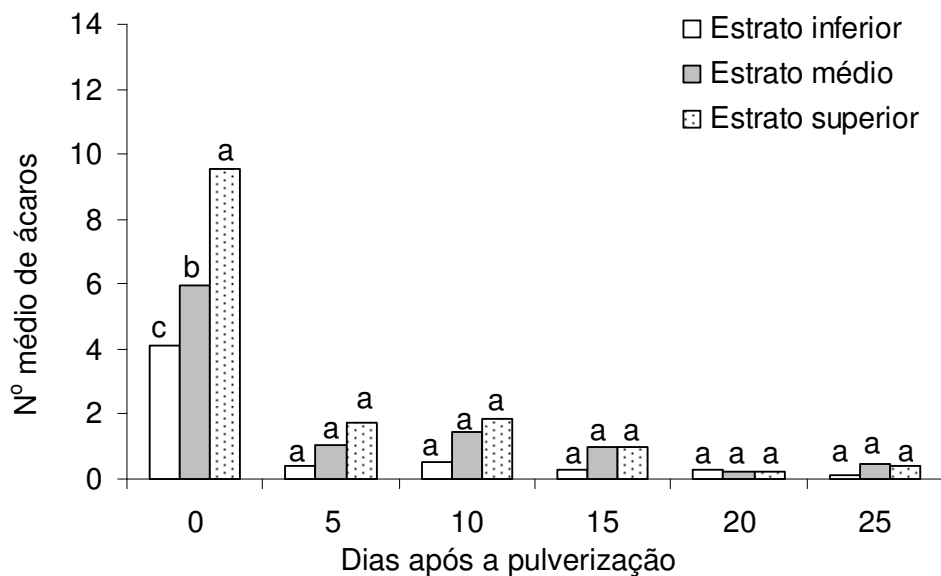


Figura 22. Número de *Tetranychus urticae* por estrato (inferior, médio e superior), em 30 plantas de mamoeiro, tratadas com emamectin. Barras com mesma letra, dentro de cada dia de avaliação, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott.

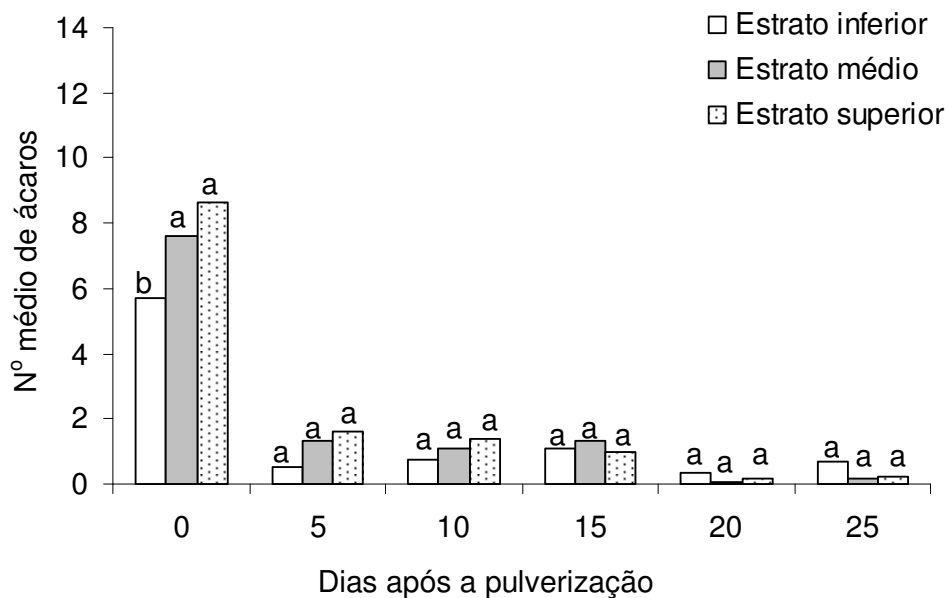


Figura 23. Número de *Tetranychus urticae* por estrato (inferior, médio e superior), em 30 plantas de mamoeiro, tratadas com fenbutatin. Barras com mesma letra, dentro de cada dia de avaliação, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott.

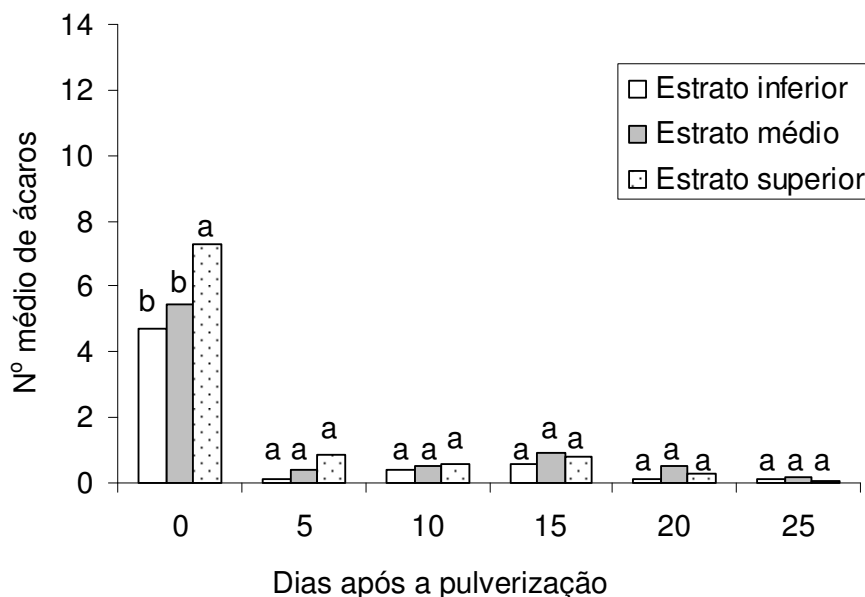


Figura 24. Número de *Tetranychus urticae* por estrato (inferior, médio e superior), em 30 plantas de mamoeiro, tratadas com milbemectin. Barras com mesma letra, dentro de cada dia de avaliação, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Nott.

## DISCUSSÃO

Os bioensaios permitiram a discriminação dos acaricidas, e dos 14 acaricidas, cinco foram completamente ineficientes, como ovicidas e adulticidas. Fenpyroximate e o enxofre, acaricidas registrados para o controle de *T. urticae* na cultura estão incluídos entre os ineficientes. A resistência de *T. urticae* ao fenpyroximate foi comprovada em macieira (Suh et al., 2006) e morangueiro (Sato et al., 2004). A intensiva utilização desse produto pelos produtores de mamão no Norte do Espírito Santo, desde seu lançamento (Arysta LifeScience - informação pessoal do fabricante), poderia ser atribuída a este fenômeno peculiar nos Acari. A ineficácia do enxofre no controle de ovos de *T. urticae* foi relatada (Esteves Filho et al., 2008), mas existe contradição de sua eficácia sobre fêmeas desse ácaro (Sato et al., 2002; Esteves Filho et al., 2008). A elevação da temperatura parece favorecer a liberação de gases emitidos pelo enxofre, aumentando a

toxicidade deste produto. O enxofre era queimado desde a antiguidade para o controle de pragas (Ware e Whitacre, 2004). Kumulus® DF (acaricida/fungicida de contato, registrado para o controle de *T. urticae* no mamoeiro cujo ingrediente ativo é o enxofre) é um produto com efeito desalojante pela liberação de gases sulfídricos, da reação do ingrediente ativo com o ar, os quais são irritantes aos ácaros. Isto resulta em maior movimentação dos mesmos e faz com que abandonem seus "habitats" e entrem em contato mais rapidamente com o acaricida aplicado (Agrofit, 2009). A aplicação do enxofre em dias quentes favorece o controle da praga, mas o enxofre em temperaturas elevadas pode causar fitotoxicidade ao mamoeiro (Mariconi, 1976).

O decréscimo na população de ácaros nas plantas testemunhas no período das avaliações reduziu a discriminação dos acaricidas testados no campo. Esse decréscimo é devido provavelmente ao aumento da precipitação local. O conhecimento dos fatores que influenciam a mortalidade natural da praga no agroecossistema é utilizado para tomada de decisões em programas de manejo integrado de pragas (Gonzalez (1971) *apud* Zucchi (1990)). Por isto, o conhecimento das condições climáticas que desfavorecem o desenvolvimento de *T. urticae* no campo é fundamental para o manejo dessa praga no mamoeiro, podendo vir a excluir algumas aplicações de acaricidas. Grandes infestações de tetraniquídeos são favorecidas por tempo quente e seco, e condições de elevada umidade tendem a suprimir o dano causado às plantas por esses ácaros (Flechtmann, 1981). Fêmeas de várias espécies de ácaros põem maior número de ovos e tem maior longevidade quando se encontram em atmosfera de baixa umidade relativa e larvas recém-nascidas sobrevivem precariamente em ambientes de elevada umidade (Boudreaux, 1958 *apud* Flechtmann, 1981).

A toxicidade dos azocyclotin, chlorfenapyr, emamectin, fenbutatin e milbemectin no campo não foi compatível com a toxicidade residual em laboratório. As curvas obtidas do experimento de campo para esses acaricidas mostraram que a população de ácaro nesses tratamentos caiu bruscamente logo após a aplicação dos acaricidas no campo, e manteve-se baixa até o final. No laboratório, esperava-se que o efeito residual desses acaricidas fosse alto durante o experimento, mas isto não aconteceu, ficando claro o curto efeito residual em todos os acaricidas. Esses resultados mostram ser difícil comparar resultados de testes toxicológicos em laboratório e a eficácia do produto no campo.



Aparentemente, pela maior movimentação no campo, os ácaros foram mais expostos aos acaricidas que os confinados nos discos em laboratório.

A toxicidade dos acaricidas no campo mostrou que não se pode levar em consideração apenas o excelente efeito de choque na seleção de produtos. A rápida re-infestação de ácaro-rajado nas plantas dos tratamentos bifenthrin e abamectin mostraram o curto efeito residual no campo desses produtos para o ácaro-rajado. Isto foi confirmado no bioensaio de toxicidade residual em laboratório. Aparentemente, o efeito residual do bifenthrin não foi efetivo contra o ácaro-rajado, mas impactou as populações de ácaros predadores. Apesar de não quantificado, a presença de ácaros predadores foi frequente durante as avaliações em todos os tratamentos, exceto com bifenthrin. Isto pode explicar porque 20 dias após a aplicação dos produtos a população de ácaro-rajado nas plantas deste tratamento estava maior que na testemunha. Isto concorda com relatos dos piretróides serem altamente repelentes a ácaros predadores (Croft e Whalon, 1982; Zacharda e Hlùchy, 1991; Yamamoto et al., 1992; Mochizuki, 1994; Reis et al., 1998; Sato et al., 1996; Laurin e Bostanian, 2007).

O abamectin permitiu a re-infestação do ácaro-rajado 15 dias após a aplicação do produto no campo, mas seu efeito residual a ácaros predadores na cultura do mamoeiro é aparentemente curto, sendo frequentemente observado a presença de ácaros predadores. Isto concorda com resultados encontrados para *Neoseiulus californicus* (McGregor) em morangueiro (Sato et al., 2002). Entretanto, doses subletais (12,5 a 50 % da dose comercial) do abamectin foram classificadas como levemente nocivas a *Neoseiulus idaeus* Denmark e Muma em mamoeiro (Collier, 2001).

O conhecimento do período de toxicidade residual dos agroquímicos aos ácaros predadores serve de subsídio para implementação de programas de manejo do ácaro-rajado no mamoeiro, principalmente com liberações de ácaros predadores para o controle biológico de *T. urticae*. O período necessário após a aplicação de um determinado produto químico para a liberação de um inimigo natural na cultura deve ser respeitado, para se evitar a intoxicação do predador. A preservação e o aumento da densidade populacional dos ácaros predadores são fundamentais para o manejo integrado de pragas e contribuem para manter o nível de injúria abaixo do tolerável (Moraes, 2002).

O bioensaio de toxicidade residual em laboratório pouco contribuiu para a discriminação dos acaricidas, exceto pelo bom efeito de choque da bifenthrin, chlorfenapyr e azocyclotin. O efeito residual dos acaricidas poderia ser maior, especialmente o da abamectin pelos resultados obtidos em outras culturas, se misturados ao óleo mineral emulsionável. O abamectin, emamectin e milbemectin tiveram menor efeito residual, e pertencem a um mesmo grupo, das lactonas macrocíclicas. Esses resultados são justificáveis, pois uma das desvantagens das lactonas macrocíclicas é a fotodegradação na superfície da folha, logo após a sua aplicação (Ware e Whitacre, 2004).

A azocyclotin, o febutatin e o chlorfenapyr foram, ligeiramente, fitotóxicos, porém a elevada eficácia desses acaricidas, mostra ser possível se reduzir a dosagem dos mesmos para contornar esse inconveniente. A fitotoxicidade do mamoeiro a acaricidas foi observada para o azocyclotin (Esteves Filho et al., 2008) e pela associação de abamectin (Vertimec 18 CE) com thiabendazole (Tecto 450) ou oxiclureto de cobre (Reconil) (Vieira et al., 2003).

Outros fatores não considerados nesse estudo devem ser abordados para a discriminação de acaricidas a serem incorporados num sistema de manejo do ácaro-rajado. A situação atual da resistência da população do ácaro-rajado em Linhares, o limite máximo de resíduos permitido pela legislação vigente (no Brasil e no exterior) e a correta tecnologia de aplicação são exemplos que devem ser considerados, além da seletividade a predadores.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Este estudo foi realizado como base para o desenvolvimento de um programa de manejo integrado de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) na cultura do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. A mortalidade de ovos e de fêmeas adultas de *T. urticae* foi avaliada por 120 e 48 h, respectivamente, em discos de folhas de mamoeiros tratados com 14 acaricidas em laboratório. Os sete acaricidas mais eficazes, baseado em resultados de laboratório, foram testados no campo para o controle da população de *T. urticae* e

comparados em três métodos de avaliação, aos 0 (antes), 5, 10, 15, 20 e 25 dias após a pulverização. O método ácaros-dias acumulativos foi o que melhor diferenciou a eficiência dos acaricidas no campo, com a seguinte ordem de eficiência: milbectin = azocyclotin > emamectin = fenbutatin > chlorfenapir > abamectin > bifenthrin. O comportamento residual dos acaricidas aplicados no campo foi avaliado no laboratório comparado-se a porcentagem de mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae* colocadas por 48 h sobre discos de folhas removidas das plantas nos mesmos dias de cada amostragens nas plantas pulverizadas no campo, exceto na avaliação 0, realizada imediatamente após a pulverização. Após cinco dias da aplicação no campo, nenhum dos acaricidas testados mostrou elevada toxicidade residual de fêmeas ao ácaro-rajado no laboratório. No experimento de campo também se determinou a distribuição do ácaro-rajado na planta do mamoeiro. A elevada densidade populacional de *T. urticae* tornou possível se observar maior níveis de indivíduos do ácaro no estrato superior e médio da planta, comparado com o estrato inferior. Entretanto, a distribuição do ácaro-rajado, *T. urticae*, no campo é mais uniforme na planta do mamoeiro quando sua população diminui.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbot, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Agrofit - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. (2009) Ministério da Agricultura. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acessado em 13/02/07.
- Alves, F. L. (2003) A cultura do mamão *Carica papaya* no mundo, no Brasil e no Estado do Espírito Santo. In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.). *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória: Incaper. p. 11-34. ISBN 85-89274-04-7.
- Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2009) *Sistema de informações sobre agrotóxicos*. Disponível em: [www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/default.asp](http://www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/default.asp). Acessado em 24/03/09.
- Collier, K. F. S. (2001) Potencial de *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) como agente de controle biológico de ácaros fitófagos em

- mamoeiro. Tese (Doutorado em produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 82p.
- Couto, A. O. F., Lima, R. C. A., Andrade, J. S., Tatagiba, J. S., Fanton, C. J., Martins, D. S., Ventura, J. A., Costa, H. (2003) Ocorrência e incidência de pragas e doenças na cultura do mamoeiro na região produtora do Estado do Espírito Santo. *Anais do Seminário Brasileiro de Produção Integrada de Frutas*, 5, Bento Gonçalves, RS: EMBRAPA Uva e Vinho, p.106.
- Croft, B. A., Whalon, M. (1982) Selective toxicity of pyrethroid insecticides to arthropod natural enemies and pest of agricultural crops. *Entomophaga*, 27: 3-21.
- DG-Sanco – Directorate – General for Health and Consumers. (2009) European Commission. Disponível em: [http://ec.europa.eu/food/plant/protection/pesticides/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/plant/protection/pesticides/index_en.htm). Acessado em 08/04/09.
- Esteves Filho, A. B., Oliveira, J. V., Gondim Júnior, M. G. C. (2008) Toxicidade de Acaricidas sobre Diferentes Estágios de Vida de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Mamoeiro. *BioAssay*, 3: 1-6.
- Flechtmann, C. H. W. (1981) *Ácaros de importância agrícola*. São Paulo: Nobel, 189p.
- Grafton-Cardwell, E. G., Hoy, M. A. (1983) Comparative toxicity of avermectin b<sub>1</sub> to the predator *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acari: Phytoseiidae) and the spider mites *Tetranychus urticae* Koch and *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 76:1216-1220, 1983.
- Henderson, C. F., Tilton, E. W. (1955). Test with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48: 157-161.
- Laurin, M. C., Bostanian, M. J. (2007) Laboratory studies to elucidate the residual toxicity of eight insecticides to *Anystis baccharum* (Acari: Anystidae). *Journal of Economic Entomology*, 100:1210-1214.
- Mariconi, F. A. M. (1976) Inseticidas e seu emprego no combate às pragas. Nobel: São Paulo. 3 ed., v.2, 466p.
- Martins, D. S. (2003) Manejo das pragas do mamoeiro. In: Martins, D. S., Costa, A. F. S. (eds.). *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória: Incaper. p. 309-344. ISBN 85-89274-04-7
- Mochizuki, M. (1994) Variations in insecticide susceptibility of the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acarina: Phytoseiidae), in the tea fields of Japan. *Applied Entomology and Zoology*, 29: 203-209.
- Moraes, G. J. (2002) Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: Parra, J. R. P., Botelho, P. S. M., Corrêa-Ferreira, B. S., Bento, J. M. S. (eds.). *Controle biológico no Brasil*. São Paulo: Manole. p.225-237. ISBN 85-204-1554-7

- Reis, P. R., Chiavegato, L. G., Moraes, G. J., Alves, E. B., Sousa, E. O. (1998). Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27: 265-274.
- Ruppel, R. F. (1983) Cumulative insect-days as a index of crop protection. *Journal of Economic Entomology*, 76: 375-377.
- Sato, M. E., Raga, A., Cerávolo, L. C., Souza Filho, M. F. (1996) Toxicidade residual de acaricidas a *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, 1972 (Acari: Phytoseiidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 63: 15-19.
- Sato, M. E., Silva, M., Gonçalves, L. R., Souza Filho, M. F., Raga, A. (2002) Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. *Neotropical Entomology*, 31: 449-456.
- Sato, M. E., Miyata, T., Silva, M., Raga, A., Souza Filho, M. F. (2004). Selections for fenpyroximate resistance and susceptibility, and inheritance, crossresistance and stability of fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Applied Entomology and Zoology*. 39: 293-302.
- Suh, E., Koh, S., Lee, J., Shin, K., Cho, K. (2006) Evaluation of resistance pattern to fenpyroximate and pyridaben in *Tetranychus urticae* collected from greenhouses and apple orchards using lethal concentration-slope relationship. *Experimental and Applied Acarology*, 38:151–165.
- US-Epa – United States Environmental Protection Agency. (2009) Pesticides: Health and Safety. Disponível em: <http://www.epa.gov/pesticides/food/viewtols.htm>. Acessado em 08/04/09.
- Vieira, A., Ruggiero, C., Marin, S. L. D. (2003) Fitotoxicidade de fungicidas, acaricidas e inseticidas sobre o mamoeiro (*Carica papaya* L.) cultivar sunrise solo improve line 72/12. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25: 175-178.
- Ware G. W., Whitacre D. M. (2004) *The pesticide book*, 6. ed., 496p. (ISBN 1892829-11-8). Disponível em: <http://ipmworld.umn.edu/chapters/ware.htm>. Acessado em 24/02/2009.
- Yamamoto, P. T., Pinto, A. S., Paiva, P. E. B., Gravena, S. (1992) Seletividade de agrotóxicos aos inimigos naturais de pragas dos citros. *Laranja*, 13: 709-755.
- Zacharda, M., Hlùchy, M. (1991) Long-term residual efficacy of commercial formulations of pesticides to *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae) inhabiting commercial vineyards. *Experimental and Applied Acarology*, 13: 27-40.
- Zucchi, R. A. (1990) A taxonomia e o manejo de pragas. In: Crócomo, W. B. (org.) *Manejo Integrado de pragas*. Botucatu: Unesp, p.57-69.

## TOXICIDADE DE ACARICIDAS A *Tetranychus urticae* DE MAMOEIROS SOB PRESSÃO SELETIVA DESIGUAL DE AGROQUÍMICOS

### RESUMO

Este estudo foi realizado para se avaliar a suscetibilidade de populações de *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) de duas lavouras de mamoeiro no município de Linhares, Espírito Santo, com diferentes históricos de pressão seletiva por acaricidas. A população considerada sob estresse foi coletada na localidade de Juerama, enquanto a sem estresse na localidade Córrego Tombador. Os ácaros foram pulverizados em Torre Potter, pela avaliação da mortalidade 72 h após o tratamento. As curvas de concentração-resposta e as letais médias (CL<sub>50</sub>) para os acaricidas abamectin, azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapyr, emamectin, fenbutatin e milbemectin foram obtidas. Ácaros de mamoeiro de Juerama foram mais resistentes aos produtos testados, com razão da resistência (RR) de 1,4 a 49,4 vezes. A melhor estratégia seria prolongar a eficiência dos produtos registrados, porém o único registrado e eficaz contra *T. urticae* é o abamectin. Portanto, a situação do manejo de *T. urticae* nessa região é muito delicada e requer tomada de decisão para busca de novos registros de acaricidas e de táticas alternativas para o controle de *T. urticae*.

## ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the susceptibility of populations of *Tetranychus urticae* (Koch) from two papaya plantations with different cropping histories in the municipality of Linhares, ES. The population considered acaricide-stressed was collected in the town of Juerama, while the unstressed populations were collected at Tombador Stream. The mites were sprayed using a Potter tower and their mortality evaluated 72 h after treatment. Concentration-mortality curves and the LC<sub>50</sub>'s were obtained for abamectin, azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapyr, emamectin, fenbutatin and milbemectin. *T.urticae* from the acaricide-stressed papaya plantation was more resistant to all acaricides. The ratio of resistance (RR) ranged from 1.4 to 49.4 times. For the moment the best strategy appears to be the prolonging the efficacy of the registered acaricides. However, the sole efficient acaricide which is registered for *T. urticae* control in papaya is abamectin. Therefore, it is quite problematical the current management of this pest in the region. This requires urgent decision making in search of new acaricides and alternative tactics of *T. urticae* control.

## INTRODUÇÃO

O Estado do Espírito Santo é responsável por mais de 40% da produção brasileira de mamão (Agrianual, 2007), mas vários fatores contribuem para a instabilidade da produção, entre eles os fitossanitários. O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, é uma das principais pragas dessa cultura (Martins, 2003). Não existe um programa de manejo integrado de ácaros em mamoeiro, e a aplicação de acaricidas constitui a única medida de controle dessa praga. Os gastos com acaricidas chegam a R\$ 397,00/ha/ano (Agrianual, 2007) e isto pode elevar o custo da produção e causar impacto ambiental significativo. A frequente utilização desses produtos contra essa praga eleva a pressão de seleção sobre indivíduos e favorece a resistência aos produtos utilizados (Edge e James, 1982).

Os produtores de mamão limitam-se ao uso do abamectin, fenpropathrin, fenpyroximate e o enxofre (enxofre), sendo os únicos produtos que se encontram registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA para o controle de *T. urticae* nessa cultura (Agrofit, 2009). Isso dificulta o tratamento fitossanitário (Martins, 2003) e possibilita o desenvolvimento de resistência dessa praga a esses acaricidas.

O desenvolvimento da resistência de *T. urticae* a acaricidas tem sido documentado para diferentes culturas em vários países (Miller et al., 1985; Edge e James, 1986; Dennehy et al., 1987; Grafton-Cardwell et al., 1987; Flexner et al., 1988; Tian et al., 1992; Beers et al., 1998; Herron et al., 1998; Herron et al., 2001; Stumpf e Nauen, 2001; Herron e Rophail, 2003; Herron et al., 2004; Van Leeuwen et al., 2004; Ay, 2005; Suh et al., 2006; Van Pottelberge et al., 2009). Algumas populações de *T. urticae* são resistentes ou tolerantes a acaricidas como organofosforados (Suplicy Filho et al., 1994; Sato et al., 2000), fenpyroximate (Sato et al., 2004), abamectin (Sato et al., 2005) e clorfenapir (Sato et al., 2007) no Brasil.

A seleção de populações resistentes pode inviabilizar o uso dos produtos e, em consequência, os produtores aumentam as doses e o número de aplicações e, por fim, substituem o produto por outro, geralmente, de maior toxicidade e custo. A adoção de medidas de controle representa uma solução momentânea, pois a resistência pode se desenvolver para todos os produtos e comprometer programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Georghiou, 1986). Por isto, o conhecimento do grau de resistência de populações de *T. urticae* a acaricidas é importante para acompanhar a evolução da resistência e para implementar programas de manejo a resistência.

O objetivo neste trabalho foi verificar a suscetibilidade de *T. urticae* sob estresse ou não à acaricida e a possibilidade de resistência cruzada à esses produtos como suporte ao estabelecimento de um programa de manejo da resistência desse ácaro em mamoeiro no Norte do Espírito santo.



## MATERIAL E MÉTODOS

**Fonte e manutenção de *T. urticae*.** Os ácaros foram coletados no município de Linhares, Espírito Santo, em 2008, em duas lavouras comerciais de mamão, com históricos diferentes de cultivo. A primeira, com um ano de idade e uso mínimo dos acaricidas cihexatin, fenbutatin, abamectin em uma área conhecida como Côrrego Tombador, destinada anteriormente à agropecuária com pastagem de braquiária. Um dos lados tinha uma lavoura de café conilon e pastagem com braquiária nos outros lados. A lavoura de mamão mais próxima estava a, aproximadamente, 3 km de distância. A segunda, conhecida como Juerama, é uma fazenda com cultivo de mamão há mais de 20 anos e uso de agroquímicos como a única forma de controle de *T. urticae*.

Os ácaros coletados nestes locais foram criados na Unidade de Mirmecologia do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro sobre plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L. cv. IAC-Carioca) em vasos plásticos de 1000 ml isolados em bandejas plásticas com água.

**Bioensaios de concentração-mortalidade.** Cinquenta fêmeas adultas de *T. urticae* foram colocadas em um disco de folha de mamão com 04 cm de diâmetro, sobre uma camada de algodão hidrófilo em placa de Petri de 09 cm de diâmetro. A camada de algodão foi mantida sempre saturada com água destilada. Os discos foram pulverizados em uma Torre Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK), com volume de 2 ml da calda. Os piretróides (altamente repelentes aos ácaros) foram testados com metodologia de Mochizuki (1994): na Torre-Potter, as fêmeas foram colocadas sobre um disco de folha de mamoeiro de 03 cm de diâmetro e pulverizadas à mesma pressão e volume de calda. Imediatamente após a pulverização, o disco com ácaros foi colocado no centro de outro disco de 06 cm de diâmetro de folha de mamoeiro não tratado com margem de 1,5 cm de folha não tratada ao redor do disco tratado.

**Acaricidas.** Os acaricidas foram selecionados de acordo com testes de campo e laboratório (página 19). Dos 14 acaricidas testados (abamectin, azocyclotin, bifenthrin, calda sulfocálcica, carbosulfan, chlorfenapyr, clofentezine, emamectin, enxofre, fenpyroximate, fenbutatin, fenpropathrin, milbemectin e spiromesifen), seguintes produtos e suas respectivas concentrações mínima e

máxima do produto comercial em mL/L: bifenthrin (Talstar<sup>®</sup> 100 CE), 0,03 a 3; chlofenapyr (Pirate<sup>®</sup> 240 SC), 0,015 a 1,175; azocyclotin (Caligur<sup>®</sup> 500 SC), 0,075 a 1,49; fenbutatin (Torque<sup>®</sup> 500 SC), 0,15 a 29,8; abamectin (Vertimec<sup>®</sup> 18 CE), 0,027 a 2,052; milbemectin (Milbeknock<sup>®</sup> 50 CE), 0,06 a 0,48 e emamectin (Proclaim<sup>®</sup> 50 GD), 0,09 a 3 foram testados. Cinco a oito concentrações por produto foram empregadas para a obtenção das curvas de concentração-resposta. Após o tratamento, os ácaros foram mantidos a  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$  e a avaliação da mortalidade foi realizada 72 h após a pulverização. As respostas foram lentas a alguns acaricidas como o abamectin, nas concentrações menores, como relatado para as respostas de *Plutella xylostella* a esse acaricida (Castelo Branco e Melo, 2002). Os ácaros foram considerados mortos quando não moveram as pernas ao serem tocados levemente com um pincel.

**Estatísticas.** Os experimentos foram repetidos cinco vezes e os dados de mortalidade submetidos à análise de Probit no Programa SAEG para determinar a  $CL_{50}$  de cada produto. As  $CL_{50}$  das duas populações foram diferentes quando seus intervalos de confiança a 95% (IC 95%) não se sobrepuseram. A razão de resistência (RR) foi obtida dividindo-se a  $CL_{50}$  da população mais resistente pela  $CL_{50}$  da mais suscetível a cada acaricida. A RR foi classificada em categorias: baixa para  $RR < 10$ , média para 10 a 40, alta para 40 a 160 e extremamente alta para  $> 160$  (Hayashi, 1983).

## RESULTADOS

A população de Juerama foi mais resistente que a população de Córrego Tombador a todos acaricidas e nenhum IC a 95% dos produtos das duas populações se sobrepuseram; a razão de resistência (RR) variou de 1,4 a 49,4 vezes, ou seja, de baixa a alta (Tabela 1).

A RR do fenbutatin (49,4 vezes) foi a maior. A  $CL_{50}$  deste produto para a população de Juerama foi estimada em 23,7 mL/L, a qual é muito superior à concentração do produto para controlar ácaros na cultura do citros (cultura para o qual este produto é registrado), que é de 0,6 a 0,8 mL/L (Anvisa, 2009).



Tabela 1. Resistência de duas populações de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) a acaricidas em mamoeiro em Linhares, Espírito Santo

Acaricida	População	N	CL <sub>50</sub> (IC 95%)	RR	Classificação	$\beta \pm DP$	$\chi^2$	p	GL
Abamectin	A	1500	0,1423 (0,1300-0,1573) a	9,1	Baixa	3,13 $\pm$ 3,20	41,63	0,00	4
	B	1500	1,2933 (1,1606-1,4573) b			2,23 $\pm$ 3,16	4,55	0,33	4
Azocyclotin	A	1500	0,1432 (0,1338-0,1525) a	4,0	Baixa	4,09 $\pm$ 1,77	9,51	0,04	4
	B	1250	0,5713 (0,4668-0,6678) b			1,73 $\pm$ 4,32	0,64	0,88	3
Emamectin	A	1500	0,1699 (0,1543-0,1851) a	9,0	Baixa	2,80 $\pm$ 1,91	12,49	0,01	4
	B	1250	1,5239 (1,3721-1,6839) b			2,74 $\pm$ 3,46	8,55	0,03	3
Bifenthrin	A	1500	0,0653 (0,0582-0,0724) a	1,4	Baixa	3,04 $\pm$ 4,53	31,36	0,00	4
	B	2000	0,0934 (0,0856-0,1012) b			2,97 $\pm$ 3,66	9,03	0,17	6
Chlofenapyr	A	1500	0,0518 (0,0475-0,0563) a	2,9	Baixa	3,37 $\pm$ 3,78	17,72	0,00	4
	B	1250	0,1496 (0,1410-0,1610) b			5,01 $\pm$ 0,85	8,20	0,04	3
Fenbutatin	A	1500	0,4794 (0,4289-0,5354) a	49,4	Alta	2,27 $\pm$ 4,23	14,71	0,00	4
	B	1250	23,6578 (20,1566-29,5314) b			1,75 $\pm$ 3,80	3,56	0,31	3
Milbemectin	A	1500	0,1286 (0,1161-0,1412) a	1,4	Baixa	2,62 $\pm$ 3,03	3,28	0,51	4
	B	1750	0,1763 (0,1560-0,1970) b			2,08 $\pm$ 4,87	3,44	0,63	5

N = Número de ácaros utilizados para a obtenção das curvas de concentração resposta; CL<sub>50</sub> em mL do produto comercial/L; IC = intervalo de confiança a 95%; RR = razão da resistência = CL<sub>50</sub> da população de Juerama (B)/ CL<sub>50</sub> da população de Córrego Tombador (A), média de cinco repetições; classificação da RR conforme sugerido por Hayashi (1983);  $\beta$  = coeficiente angular; DP = desvio-padrão da média;  $\chi^2$  = Qui-quadrado; p = probabilidade; GL = grau de liberdade

A RR do azocyclotin (4,0 vezes) e do chlofenapyr (2,9 vezes) foram bem inferiores a do fenbutatin, apesar de todos serem acaricidas inibidores da respiração celular (Dekeyser, 2005).

As  $CL_{50}$  do azocyclotin e do chlofenapyr da população de Córrego Tombador foram equivalentes às  $CL_1$  e  $CL_{15}$  da população de Juerama. A concentração de 0,50 mL/L de chlofenapyr, recomendada para o controle de *Polyphagotarsonemus latus* Banks em mamoeiro (Anvisa, 2009), correspondeu à  $CL_{99}$  para a população de Juerama (população mais resistente). Porém, foi muito elevada para a população de Córrego Tombador, para a qual a  $CL_{99}$  foi de 0,25 mL/L, sugerindo que a concentração de chlofenapyr, recomendada para o controle de *P. latus*, é muito elevada para o controle de *T. urticae*.

Os produtos com maior RR seguidos do fenbutatin foram o abamectin (9,1 vezes) e o emamectin (9,0 vezes). O abamectin é recomendado na concentração de 0,40 a 0,60 mL/L para o controle de *T. urticae* em mamoeiro (Anvisa, 2009). Essas concentrações equivalem-se às  $CL_{95}$  e  $CL_{99}$  da população de Córrego Tombador e das  $CL_{15}$  e  $CL_{25}$  da população de Juerama. Considerando para o emamectin a mesma concentração recomendada para o abamectin (0,40 a 0,60 mL/L), uma vez que esses produtos são análogos e o emamectin não é registrado para nenhuma cultura no Brasil, a concentração recomendada foi equivalente às  $CL_{85}$  e  $CL_{95}$  para a população de Córrego Tombador e  $CL_5$  e  $CL_{15}$  para a população de Juerama.

O milbemectin teve uma das menores RR (1,4 vezes), apesar de ser do grupo das lactonas macrocíclicas dos quais o abamectin e o emamectin fazem parte.

A RR do bifenthrin (1,4 vezes) teve, também, um dos menores valores. A  $CL_{50}$  da população de Córrego Tombador foi equivalente à  $CL_{30}$  daquela de Juerama. A concentração de 0,2 mL/L, recomendada para o controle de ácaros em citros (Anvisa, 2009), correspondeu às  $CL_{95}$  e  $CL_{85}$  das populações de Córrego Tombador e Juerama, respectivamente.

## DISCUSSÃO

O fenbutatin é um acaricida organoestânico, inibidor da respiração celular que atua inibindo a fosforilação oxidativa via interrupção da síntese de ATP (Dekeyser, 2005). Esse acaricida é recomendado para o controle de ácaros Eriophyidae, Tarsonemidae, Tenuipalpidae e Tetranychidae (exceto *T. urticae*) em citros (Anvisa, 2009). A alta RR do fenbutatin pode estar relacionada à resistência cruzada com tetradifon e/ou fenpyroximate, outros acaricidas inibidores da respiração celular, já que esses acaricidas são registrados para o mamoeiro, mas o fenbutatin não. O tetradifon apresentou em mamão resíduo acima do limite máximo permitido no Brasil (Anvisa, 2007) e o fenpyroximate não foi selecionado para este estudo devido a sua baixa eficiência no controle de *T. urticae* nos testes de laboratório (página 19), o que pode ter sido provocada pela intensa utilização desse produto por parte dos produtores de mamão no Norte do Espírito Santo desde seu lançamento (Arysta LifeScience – informação pessoal do fabricante). A RR do azociclotin foi bem inferior a do fenbutatin, mas podem ter apresentado resistência pelo mesmo motivo, já que ambos são acaricidas organoestânicos (Dekeyser, 2005).

A resistência ao chlofenapyr pode ter sido desenvolvida pela sua frequente utilização, pois é registrado para controlar *P. latus* na cultura do mamoeiro (Anvisa, 2009). Embora também seja inibidor da respiração celular, seu modo de ação difere dos organoestânicos, pois esse acaricida atua desacoplando a fosforilação oxidativa via interrupção do gradiente de próton H<sup>+</sup> (Dekeyser, 2005).

A resistência de *T. urticae* foi constatada para o fenbutatin nos Estados Unidos (Hoy et al., 1988; Tian et al., 1992) e na Austrália (Edge e James, 1986; Herron et al., 1994) e para o chlofenapyr na Austrália (Herron e Rophail, 2003; Herron et al., 2004), Bélgica (Van Leeuwen et al., 2004) e Brasil (Sato et al., 2007).

Casos de resistência cruzada entre os inibidores da respiração celular têm sido relatados. A evolução da resistência ao cyhexatin em *T. urticae* mostrou resistência, também, aos acaricidas azociclotin e fenbutatin, os quais não haviam sido previamente utilizados, na Austrália (Edge e James, 1986). O propargite mostrou resistência cruzada ao azociclotin e cyhexatin em *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), no Brasil (Franco et al., 2007). Nenhum relato de resistência cruzada

entre o chlofenapyr e os inibidores da fosforilação oxidativa via interrupção da síntese de ATP existe, mas casos de resistência cruzada deste produto com outros grupos de acaricidas têm sido relatados em *T. urticae*, como com o dimetoato (organofosforado) (Van Leeuwen et al., 2004) e com o fenpyromimate (inibidores do transporte de elétrons no complexo I) (Kim et al., 2004).

A estabilidade da resistência a acaricidas inibidores da respiração celular pode comprometer às estratégias de manejo da resistência, caso a frequência de resistência se mantenha, mesmo na ausência da pressão de seleção. A resistência de *T. urticae* ao cyhexatin e fenbutatin mostrou estabilidade (Tian et al., 1992). Por outro lado, casos de instabilidade da resistência também têm sido relatados em *T. urticae*, o que permitiria a reversão da suscetibilidade das populações deste ácaro a acaricidas, como por exemplo, para os organoestânicos. A resistência para o cyhexatin na Austrália mostrou instabilidade (Edge e James, 1986). Houve redução significativa no nível de resistência ao fenbutatin em populações de *T. urticae*, em pomares comerciais de pêra após sete a oito anos de uso do abamectin (Beers et al., 1998). O nível de resistência ao fenbutatin poderia ser mais elevado, caso as aplicações de abamectin não fossem constantes na lavoura de Juerama.

Por outro lado, a população de Juerama também foi resistente ao abamectin (RR de 9,09), representante da família de lactonas macrocíclicas (Shoop et al., 1995) esse acaricida é o mais utilizado em mamoeiros, pois, entre os registrados para a cultura, é o único que ainda tem bons resultados no controle de *T. urticae*.

Casos de resistência ao abamectin foram relatados em ácaros tetraniquídeos, em diversos países. Populações de *T. urticae* da Alemanha, Austrália, Japão, Holanda e Colômbia mostraram-se resistentes ao abamectin comparadas à população de uma linhagem suscetível originária da Alemanha (Stumpf e Nauen, 2001). Uma linhagem resistente de *T. cinnabarinus* da China mostrou RR de 8,7 vezes após 42 gerações de seleção a abamectin em laboratório (Lin et al., 2009). No Brasil, após cinco seleções para resistência e cinco para suscetibilidade de *T. urticae* ao abamectin a RR foi de 342 vezes (Sato et al., 2005). Apesar de o abamectin ter ocasionado resistência em ácaros, dois fatores podem ser favoráveis à sua utilização no controle de *T. urticae*: a velocidade em que os ácaros desenvolvem resistência a este produto é lenta

(Humeres e Morse, 2005; Lin et al., 2009) e a resistência de *T. urticae* a abamectin mostrou-se instável na ausência de pressão de seleção (Sato et al., 2005): em populações com frequência inicial de 75, 50 e 25% de ácaros resistentes, a porcentagem de ácaros resistentes caiu para níveis iguais ou inferiores a 15% em seis meses.

O emamectin pertence à classe das avermectinas, um derivado semi-sintético homólogo do abamectin, de massa molecular semelhante (aproximadamente de 900 Da) e sítio de ação (Shoop et al., 1995). Isso explicaria porque não houve diferença significativa entre as  $CL_{50}$  do abamectin e emamectin para a população suscetível de Córrego tombador. Isso revela que o desenvolvimento da resistência de *T. urticae* ao abamectin no mamoeiro induziu a resistência desse ácaro ao emamectin, pois não possui registro no Brasil (Anvisa, 2009) e nunca havia sido utilizado nas lavouras de Juerama e Córrego tombador antes deste experimento. A resistência cruzada entre o abamectin e emamectin foi observada numa população de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (RR ao abamectin de 14,5 vezes), o qual conferiu resistência cruzada ao emamectin (4,4 vezes) (Wang e Wu, 2007).

A concentração de 0,2 mL/L de milbemectin recomendada para controle de *T. urticae* em crisântemo e 0,3 mL/L para algodão (Anvisa, 2009) são equivalentes à  $CL_{55}$  e  $CL_{70}$ , respectivamente, da população de Juerama, denotando que esta população já está desenvolvendo resistência a este acaricida, nunca utilizado nessa lavoura antes deste experimento. Por isto a resistência da população de *T. urticae* de Juerama seja consequência da resistência cruzada ocasionada pelo abamectin, pois eles pertencem ao mesmo grupo das lactonas macrocíclicas. A resistência cruzada entre estes dois acaricidas foi variável: correlações significativas entre as  $CL_{50}$  das populações suscetíveis de abamectin e milbemectin indicaram resistência cruzada (Sato et al., 2005); entretanto, populações de *Oligonychus perseae* Tuttle resistentes a abamectin (RR de 2,1 a 3,5 vezes) não foram resistentes a milbemectin, em abacate, na Califórnia (Humeres e Morse, 2005).

A resistência cruzada entre o abamectin e emamectin foi mais pronunciada que entre os abamectin e milbemectin, apesar de serem todos das lactonas macrocíclicas. A justificativa para isto pode estar relacionada à sua forma estrutural. Diferentemente do emamectin, homólogo ao abamectin (componente



da fermentação das avermectinas, produtos naturais da fermentação da bactéria do solo *Streptomyces avermitilis* (Shoop et al., 1995)); o milbemectin é uma mistura de componentes naturais (milbemecinas), derivados do microorganismo do solo *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *aureolacrimosus* (Okada e Iwamatu, 1997). As avermectinas e as milbemecinas inibem a transmissão nervosa pela abertura dos canais de cloro (acentuando a ação do ácido gama-aminobutírico ou GABA, um potente neurotransmissor inibitório) (Shoop et al., 1995). A diferença entre as avermectinas e milbemecinas é que as primeiras apresentam um dissacarídeo substituinte no carbono 13 (Shoop et al., 1995).

Os ácaros da lavoura de Juerama também apresentaram resistência ao bifenthrin comparado aos da lavoura de Córrego Tombador (RR de 1,43 vezes). A resistência em *T. urticae* a este acaricida foi primeiramente relatada em pomares de maçã, em 1985 (Farnham et al., 1992). O aumento crescente da resistência de populações de *T. urticae* ao bifenthrin (RR de 1,2 para 109 vezes da CL<sub>50</sub>) foi relatado após três estações de cultivo de arroz, na Austrália (Herron et al., 2001). O bifenthrin é um acaricida registrado para *P. latus* no mamoeiro (Agrofit, 2009), do grupo dos piretróides, que afeta o sistema nervoso dos insetos, ligando-se à membrana das células nervosas, interrompendo a corrente de sódio que regula a polarização da membrana celular, retardando a polarização, provocando paralisia, convulsão e morte do ácaro. Por isso, a possibilidade de resistência cruzada com os demais produtos testados neste bioensaio é remota, por possuírem diferentes modos de ação. Entretanto, a resistência ao bifenthrin pode ser devida ao seu frequente uso, ou estar relacionada ao uso do fenpropathrin. O fenpropathrin outro piretróide, era até pouco tempo utilizado no controle de *T. urticae* na lavoura de Juerama. Esse acaricida é registrado para o controle desse ácaro na cultura do mamoeiro, entretanto, alguns meses antes da coleta das duas populações de *T. urticae* no campo, o fabricante do produto suspendeu sua comercialização no Estado do Espírito Santo (informação pessoal do fabricante/distribuidor). Casos de resistência cruzada do bifenthrin têm sido relatados, como a resistência cruzada do bifenthrin com o piretróide  $\lambda$ -cyhalothrin (RR de 8,4 e 1,9 vezes) e com o organofosforado dimethoate (RR de 88,9 vezes e 2,8 vezes) para populações de *Oligonychus pratensis* (Banks) e de *T. urticae*, respectivamente (Yang et al., 2002).

A habilidade de *T. urticae* tornar-se resistente aos acaricidas registrados é bem documentada, quanto aos não registrados investigados neste estudo. Os resultados apontam para a impropriedade de se tentar registrar os azocyclotin, chlorfenapyr e fenbutatin para o mamoeiro; para a necessidade de se reduzir à pressão seletiva do abamectin, na tentativa de se reverter à suscetibilidade de *T. urticae* a este acaricida, que é registrado para a cultura. O abamectin é, extremamente tóxico ao ácaro fitoseídeo *Neoseiulus idaeus* Denmark & Buma, o predador de *T. urticae* mais abundante e frequente nos mamoeiros do Norte do Espírito Santo (Collier et al., 2001). Portanto, deve-se priorizar o uso de acaricidas de outras classes que sejam mais seletivos. O milbectin tem se mostrado extremamente tóxico a *T. urticae* e com potencial para ser registrado e substituir o abamectin, de preferência após investigada sua seletividade a *N. idaeus*. Deve-se, urgentemente, buscar os registros de outros acaricidas, principalmente entre os não-cyclotínicos, haja vista que *T. urticae* apresenta baixa resistência ao chlorfenapyr e elevada possibilidade de resistência cruzada entre estes acaricidas.

A melhor estratégia seria prolongar a eficiência dos produtos registrados, porém o único registrado, atualmente, e eficaz contra *T. urticae* é o abamectin, mesmo com os problemas mencionados. Portanto, a situação do manejo de *T. urticae* na região é muito delicada e isso requer rápida tomada de decisão na busca de se registrar novos acaricidas e de novas táticas alternativas de controle de *T. urticae*.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Este estudo foi realizado para servir de base para o desenvolvimento de um programa de manejo da resistência de *Tetranychus urticae* Koch na cultura do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. A resistência de populações de *T. urticae*, de duas lavouras de mamoeiro, do município de Linhares, ES, com históricos de cultivo diferentes, foi avaliada a acaricidas. A população considerada sob estresse foi coletada na localidade de Juerama, enquanto a sem estresse na localidade Córrego Tombador. Os ácaros foram pulverizados em Torre Potter (Burkard

Scientific, Uxbridge, UK), e a mortalidade avaliada após 72 h do tratamento. Curvas de concentração-resposta e as concentrações letais médias (CL<sub>50</sub>) foram obtidas para os acaricidas abamectin, azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapyr, emamectin, fenbutatin e milbemectin. Os ácaros de mamoeiro de Juerama foram mais resistentes a todos os produtos testados. A razão da resistência (RR) variou de 1,4 a 49,4 vezes. Acaricidas de diferentes mecanismos de ação devem ser utilizados no controle de *T. urticae*, para prevenir e manipular o manejo de resistência a acaricidas em lavouras de mamoeiro do Norte do Espírito Santo.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agriannual - Anuário da Agricultura Brasileira. (2007) São Paulo: Instituto FNP, p. 350-372.
- Agrofit - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (2009) Ministério da Agricultura; Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acessado em 13/04/09.
- Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2009) *Sistema de informações sobre agrotóxicos*. Disponível em: [www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/default.asp](http://www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/default.asp). Acessado em 24/03/09.
- Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2007) Sistema de informações sobre agrotóxicos. [www.anvisa.gov.br/toxicologia/residuos/not\\_tecnica\\_fruta\\_horti\\_agro.pdf](http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/residuos/not_tecnica_fruta_horti_agro.pdf). Acessado em 05/05/09.
- Ay, R. (2005) Determination of susceptibility and resistance of some greenhouse populations of *Tetranychus urticae* Koch to chlorpyrifos (Dursban 4) by the petri dish–Potter tower method. *Journal of Pest Science*, 78: 139–143.
- Beers, E. H., Riedl, H., Dunley, J. E. (1998) Resistance to abamectin and reversion to susceptibility to fenbutatin oxide in spider mite (Acari: Tetranychidae) populations in the pacific northwest. *Journal Economic Entomology*, 91: 352-360.
- Castelo Branco, M., Melo, C. A. (2002) Resistência a abamectin e cartap em populações de traça-das-crucíferas. *Horticultura Brasileira*, 20: 541-543.
- Collier, K. F. S. (2001) Potencial de *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) como agente de controle biológico de ácaros fitófagos em

mamoeiro. Tese (Doutorado em produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 82p.

- Dekeyser, M. A. (2005) Review acaricide mode of action. *Pest Management Science*, 61: 103-110.
- Dennehy T. J., Grafton-Cardwell, E. E., Granett, J., Barbour, K. (1987) Practitioner-assessable biosassay for detection of dicofol resistance in spider mites (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 80(5):998–1003.
- Edge, V. E., James, D. G. (1982) Detection of cyhexatin resistance in two-spotted mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) in Australia. *Journal of the Australian Entomological Society*, 21: 198.
- Edge, V. E., James, D. G. (1986) Organo-tin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in Australia. *Journal of Economic Entomology*, 79: 1477-1483.
- Farnham, A. W., Dennehy, T. J., Denholm, I., White, J. C. (1992) The microimmersion bioassay: a novel method for measuring acaricidal activity and for characterising pesticide resistance in spider mites. In: *Proceedings of Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases*, 257–262.
- Flexner, J. L., Westigard, P.H., Croft, B. A. (1988) Field reversion of organotin resistance in the twospotted spidermite (Acari: Tetranychidae) following relaxation of selection pressure. *Journal of Economic Entomology*, 81: 1516-1520.
- Franco, C. R., Casarin, N. F. B., Domingues, F. A., Omoto, C. (2007) Resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas inibidores da respiração celular em citros: resistência cruzada e custo adaptativo. *Neotropical Entomology* 36: 565-576.
- Georghiou, G.P. (1986) The magnitude of resistance problem. In: National Research Council. *Pesticide resistance: strategies and tactics for management*. Washigton, D.C.: National Academic Press, p.14-43.
- Grafton-Cardwell, E. E., Granett, J., Dennehy, T. J. (1987) Quick tests for pesticide resistance in spider mites. *California Agriculture*, 41: 8-10.
- Hayashi, A. (1983) History, present status, and management of insecticide resistance. *Pest Resistance to Pesticides*. Soft Science, Tokyo, p. 31–53.
- Herron, G. A., Rophail, J. (2003) First detection of chlorfenapyr (Secure®) resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from nectarines in an Australian orchard. *Experimental and Applied Acarology*, 31: 131–134.
- Herron, G. A., Edge, V. E., Rophail, J. (1994) The influence of fenbutatin-oxide use on organotin resistance in two-spotted mite *Tetranychus urticae* koch (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 18: 753-755.

- Herron, G. A., Rophail, J., Wilson, L. J. (2001) The development of bifenthrin resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from Australian cotton. *Experimental and Applied Acarology*, 25: 301–310.
- Herron, G. A., Rophail, J., Wilson, L. J. (2004) Chlorfenapyr resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from Australian cotton. *Experimental and Applied Acarology*, 34: 315–321.
- Herron, G. A., Edge, V. E., Wilson, L. J., Rophail, J. (1998) Organophosphate resistance in spider mites (Acari: Tetranychidae) from cotton in Australia. *Experimental and Applied Acarology*, 22: 17–30.
- Hoy, M. A., Conley, J., Robinson, W. (1988) Cyhexatin and fenbutatin-oxide resistance in pacific spider mite (Acari: Tetranychidae): stability and mode of inheritance. *Journal of Economic Entomology*, 81: 57-64.
- Humeres, E. C., Morse, J. G. (2005) Baseline susceptibility of persea mite (Acari: Tetranychidae) to abamectin and milbemectin in avocado groves in Southern California. *Experimental and Applied Acarology*, 36: 51–59.
- Kim, Y. J., Lee, S. H., Lee, S. W., Ahn, Y. J. (2004) Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): crossresistance and biochemical resistance mechanisms. *Pest Management Science*, 60: 1001-1006.
- Lin, H., Chuan-hua, X., Jin-jun, W., Ming, L., Wen-cai, L., Zhi-mo, Z. (2009) Resistance selection and biochemical mechanism of resistance to two Acaricides in *Tetranychus cinnabarinus* (Boiduval). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 93: 47-52.
- Mansour, F. A., Plaut, H. N. (1979) The effectiveness of various acaricides against resistant and susceptible carmine spider mites. *Phytoparasitica*, 7: 185-193.
- Martins, D. S. (2003) Manejo das pragas do mamoeiro. In: Martins, D. S., Costa, A. F. S. (eds.). *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória: Incaper. p. 309-344. ISBN 85-89274-04-7
- Miller, R. W., Croft, B. A., Nelson, R. D. (1985) Effects of early season immigration on cyhexatin and formetanate resistance of *T. urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberries in Central California. *Journal of Economic Entomology*, 78: 1379-1388.
- Mochizuki, M. (1994) Variations in insecticide susceptibility of the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acarina: Phytoseiidae), in the tea fields of Japan. *Applied Entomology and Zoology*, 29: 203-209.
- Okada, S., Iwamatu, S. (1997) Scale-up production of milbemycin by *Streptomyces hygrosopicus* subsp. *aureolacrimosus* with control of internal pressure, temperature, aeration and agitation. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 70: 179-187.

- Pree, D. J., Wagner, H. W. (1987). Occurrence of cyhexatin and dicofol resistance in the European red mite, *Panonychus ulmi* (Koch) in southern Ontario. *Canadian Entomologist*, 119: 287–290.
- Sato, M. E., Silva, M. Z., Raga, A., Souza Filho, M. F. (2005) Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology*, 34: 991-998.
- Sato, M. E., Silva, M. Z., Cangani, K. G., Raga, A. (2007) Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. *Bragantia*, 66: 89-95.
- Sato, M. E., Miyata, T., Silva, M., Raga, A., Souza Filho, M. F. (2004). Selections for fenpyroximate resistance and susceptibility, and inheritance, crossresistance and stability of fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Applied Entomology and Zoology*. 39: 293-302.
- Sato, M. E., Passerotti, C. M., Takematsu, A. P., Souza Filho, M. F., Potenza, M. R., Sivieri, A. P. (2000) Resistência de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) a acaricidas, em pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) em Paranapanema e Jundiá, SP. *Arquivos do Instituto Biológico*, 67: 117–123.
- Shoop, W. L., Mrozik, H., Fisher, M. (1995) Structure and activity of avermectins and milbemycins in animal health. *Veterinary Parasitology*, 59: 139-156.
- Stumpf, N., Nauen, R. (2001) Cross resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 94: 1577-1583.
- Suh, E., Koh, S., Lee, J., Shin, K., Cho, K. (2006) Evaluation of resistance pattern to fenpyroximate and pyridaben in *Tetranychus urticae* collected from greenhouses and apple orchards using lethal concentration-slope relationship. *Experimental and Applied Acarology*, 38:151–165.
- Suplicy Filho, N., Souza Filho, M. F., Takematsu, A. P., Sato, M. E. (1994) Resistência do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (Koch) a acaricidas em roseira, na região de Itapevi, SP. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 23: 51- 55.
- Tian, T., Grafton-Cardwell, E. E., Granett, J. (1992) Resistance of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) to cyhexatin and fenbutatin-oxide in California pears. *Journal of Economic Entomology*, 85: 2088-2095.
- Van Leeuwen, T.; Stillatus, V.; Tirry, L. (2004) Genetic analysis and cross-resistance spectrum of a laboratory-selected chlorfenapyr resistant strain of two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 32: 249-261.

- Van Pottelberge, S., Khajehali, J., Van Leeuwen, T., Tirry, L. (2009) Effects of spiroadiclofen on reproduction in a susceptible and resistant strain of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) *Experimental and Applied Acarology*, 47:301–309.
- Wang, L., Wu, Y. (2007) Cross-resistance and biochemical mechanisms of abamectin resistance in the B-type *Bemisia tabaci*. *Journal of Applied Entomology*, 131: 98–103.
- Welty, C., Reissig, W. H., Dennehy, T. J., Weires, R. W. (1987) Cyhexatin resistance in New York populations of European red mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 80: 230-236.
- Yang, X., Buschman, L. L., Zhu, K. Y., Margolies, D. C. (2002) Susceptibility and detoxifying enzyme activity in two spider mite species (Acari: Tetranychidae) after selection with three insecticides. *Journal of Economic Entomology*, 95: 399-406.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este estudo foi realizado para servir de base para o desenvolvimento de um programa de manejo integrado de *Tetranychus urticae* Koch na cultura do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. A mortalidade de ovos ou de fêmeas adultas de *T. urticae* foi avaliada por 120 h em discos de folhas mamoeiro tratados com 14 acaricidas em laboratório. Após esses testes, os sete acaricidas mais eficazes foram testados no campo e suas eficiências no controle da população de *T. urticae*, comparados por três métodos de avaliação: antes, 5, 10, 15, 20 e 25 dias da pulverização. O método que melhor diferenciou a eficiência dos acaricidas no campo foi o de ácaros-dias acumulativos. Segundo este método, a ordem de eficiência dos acaricidas foi milbectin = azocyclotin > emamectin = fenbutatin > chlorfenapir > abamectin > bifenthrin. No laboratório, o comportamento residual dos acaricidas aplicados no campo foi comparado pela porcentagem de mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae* por 48 h sobre discos de folhas removidas das plantas nos mesmos dias de cada uma das amostragens realizadas nas plantas pulverizadas no campo, com exceção da avaliação 0, que foi realizada imediatamente após a pulverização. Após cinco dias da aplicação no campo, nenhum dos acaricidas propiciou elevada toxicidade residual de fêmeas do ácaro-rajado no laboratório. No experimento de campo também se determinou a distribuição do ácaro-rajado na planta do mamoeiro. A densidade populacional de *T. urticae* foi maior no extrato superior da planta que nos demais estratos, quando o nível populacional era alto. Entretanto, quando o nível populacional desse ácaro no campo diminuiu, sua distribuição foi mais



uniforme na planta do mamoeiro. A resistência de populações de *T. urticae*, provenientes de duas lavouras de mamoeiro, com históricos de cultivo diferentes, do município de Linhares, ES, a acaricidas foi avaliada. A população considerada sob estresse foi coletada na localidade de Juerama, e sem estresse na localidade Córrego Tombador. Os ácaros foram pulverizados em Torre Potter e a avaliação da mortalidade realizada 72 h após o tratamento. Curvas de concentração-resposta e das concentrações letais médias ( $CL_{50}$ ) para os acaricidas abamectin, azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapyr, emamectin, fenbutatin e milbemectin foram obtidas. Os ácaros de mamoeiro de Juerama foram mais resistentes aos produtos testados, com razão da resistência (RR) de 1,4 a 49,4 vezes. Há necessidade de se utilizar acaricidas de diferentes mecanismos de ação no controle de *T. urticae*, para prevenir e manipular o manejo de resistência a acaricidas nas lavouras de mamoeiro do Norte do Espírito Santo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agriannual - Anuário da Agricultura Brasileira. (2007) São Paulo: Instituto FNP, p. 350-372.
- Agrofit - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (2009) Ministério da Agricultura; Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons) Acessado em 13/04/09.
- Albuquerque, F. A., Oliveira, J. V., Gondim Junior, M. G. C, Torres, J. B. (2003) Efeito de inseticidas e acaricidas sobre ovos e fêmeas adultas do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, 13: 1-8.
- Alves, E. B., Omoto, C., Franco, C. R. (2000) Resistência cruzada entre o dicofol e outros acaricidas em *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29: 765-771.
- Alves, F. L. (2003) A cultura do mamão *Carica papaya* no mundo, no Brasil e no Estado do Espírito Santo. In: Martins, D. S. & Costa, A. F. S. (eds.). *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória: Incaper. p. 11-34. ISBN 85-89274-04-7
- Andrei, E. (1999) Compêndio de defensivos agrícolas; guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 6. ed. São Paulo, SP: Andrei, 672p.
- Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2009) *Sistema de informações sobre agrotóxicos*. Disponível em: [www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/default.asp](http://www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/default.asp). Acessado em 24/03/09.
- Ashley, J. L., Herbert, D. A., Lewis, E. E., Brewster, C. C., Huckaba, R. (2006) Toxicity of three acaricides to *Tetranychus urticae* (Tetranychidae: Acari) and *Orius insidiosus* (Anthocoridae: Hemiptera). *Journal of Economic Entomology*, 99: 54-59.

- Ay, R. (2005) Determination of susceptibility and resistance of some greenhouse populations of *Tetranychus urticae* Koch to chlorpyrifos (Dursban 4) by the petri dish–Potter tower method. *Journal of Pest Science*, 78: 139–143.
- Baldani, L.A., Sousa, R.V., Miguel, A. G. (2001) *Farmacologia dos principais antiparasitários de uso na medicina veterinária*. Boletim Agropecuário, Universidade Federal de Lavras, 42: 1-35.
- Bayer Cropscience. (2007) Disponível em: <http://www.bayercropscience.com.br/PRD/busca/prd.asp>. Acessado em 24/04/2009.
- Beers, E. H., Riedl, H., Dunley, J. E. (1998) Resistance to abamectin and reversion to susceptibility to fenbutatin oxide in spider mite (Acari: Tetranychidae) populations in the pacific northwest. *Journal of Economic Entomology*, 91: 352-360.
- Burg, R. W., Miller, B. M., Baker, E. E., Birnbaum, J., Currie, S. A., Hartman, R., Kong, Y., Monaghan, R. L., Olson, G., Putter, I., Tunac, J. B., Wallick, H., Stapley, E. O., Oiwa, R., Ōmura, S. (1979) Avermectins, new family of potent anthelmintic agents: producing organism and fermentation. *Antimicrob Agents Chemother*, 15: 361-367.
- Campos, F. J., Omoto, C. (2002). Resistance to hexythiazox in *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) from Brazilian citrus. *Experimental and Applied Acarology*, 26: 243-251.
- Campos, F. J., Omoto, C. (2006) Estabilidade da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) a hexythiazox em pomares de citros. *Neotropical Entomology*, 35:840-848.
- Chiavegato, L. G., Mischán, M. M., Cotas, M. P. (1983) Resistência do ácaro-rajado *Tetranychus (T.) urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) proveniente de diferentes regiões algodoeiras aos acaricidas. *Científica*, 11: 57-62.
- Compton, C. C., Keams, C. W. (1937) Improved control of red spider on greenhouse crops with sulfur and cyclohexylamine derivatives. *Journal of Economic Entomology*, 30: 512-522.
- Corbett, J. R., Wright, K., Baillie, A. C. (1984) *The biochemical mode of action of pesticides*. London: Academic Press, 382p.
- Couto, A. O. F., Lima, R. C. A., Andrade, J. S., Tatagiba, J. S, Fanton, C. J, Martins, D. S., Ventura, J. A., Costa, H. (2003) Ocorrência e Incidência de Pragas e Doenças na Cultura do Mamoeiro na Região Produtora do Estado do Espírito Santo. *Anais do Seminário Brasileiro de Produção Integrada de Frutas*, 5, Bento Gonçalves, RS: EMBRAPA Uva e Vinho, p.106.
- Crosby, D. G. (1998) *Environmental toxicology and chemistry*. 1 ed. New York: Oxford University Press, 336p.

- Crow, J. (1957) Genetics of insect resistance to chemicals. *Annual Review of Entomology*, 2: 227-246.
- Dekeyser, M. A. (2005) Review acaricide mode of action. *Pest Management Science*, 61: 103-110.
- Dennehy, T. J., Granett, J., Leigh, T. F., Colvin, A. (1987) Laboratory and field investigations of spider mite (Acari: Tetranychidae): resistance to the selective acaricide propargite. *Journal of Economic Entomology*, 80: 565-574.
- Edge, V. E., James, D. G. (1982) Detection of cyhexatin resistance in twospotted mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) in Australia. *Journal of the Australian Entomological Society*, 21: 198.
- Edge, V. E., James, D. G. (1986) Organotin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in Australia. *Journal of Economic Entomology*, 79: 1477-1483.
- Fanton, C. J.; Arleu, R. J., Martins, D. S. (1993) Fitotoxidez de inseticidas/acaricidas na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) grupo Solo. *International Symposium on Tropical Fruits*. Vitória, ES: EMCAPA, 1993. p.17.
- Fergusson-Kolmes, L. A., Scott, J. G., Dennehy, T. J. (1991) Dicofol resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): cross-resistance and pharmacokinetics. *Journal of Economic Entomology*, 84: 41-48.
- Flexner, J. L., Westgard, P. H.; Croft, B. A. (1988) Differential mortality of organotin resistant and susceptible twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) to formulations of cyhexatin and fenbutatin oxide. *Journal of Economic Entomology*, 81: 766-769.
- Franco, C. R., Casarin, N. F. B., Domingues, F. A., Omoto, C. (2007) Resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas inibidores da respiração celular em citros: resistência cruzada e custo adaptativo. *Neotropical Entomology*, 36: 565-576.
- Georghiou, G. P. (1986) The magnitude of resistance problem. In: National Research Council. *Pesticide resistance: strategies and tactics for management*. Washigton, D.C.: National Academic Press, p.14-43.
- Georghiou, G. P., Mellon, R. B. (1983) Pesticide resistance in time and space In: Georghiou, G. P., Saito, T. (ed.) *Pest resistance to pesticides*. New York: Plenum Press, p. 1-46.
- Georghiou, G. P., Tejada, A. L. (1991) The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. Rome: FAO, 318p.

- Grosscurt, A. C., Wixley, R. A. J., Haar, M. (1994) Cross-resistance between flucycloxuron, clofentezine and hexythiazox in *Panonychus ulmi* (fruit tree red spider mite). *Experimental and Applied Acarology*, 18: 445-458.
- Hartley, C. J., Newcomb, R. D., Russell, R. J., Yong, C. G., Stevens, J. R., Yeates, D. K., La Salle, J., Oakeshott, J. G. (2006) Amplification of DNA from preserved specimens shows blowflies were preadapted for the rapid evolution of insecticide resistance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103: 8757-8762.
- Hatano, R., Scout, J. G., Dennehy, T. J. (1992) Enhanced activation is the mechanism of negative cross-resistance to chlorpyrifos in the dicofol-IR strain of the *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 85: 1088-1091.
- Herron, G. A., Edge, V. E., Wilson, L. J., Rophail, J. (1998) Organophosphate resistance in spider mites (Acari: Tetranychidae) from cotton in Australia. *Experimental and Applied Acarology*, 22: 17-30.
- Herron, G. A., Rophail, J. (2003) First detection of chlorfenapyr (Secure®) resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from nectarines in an Australian orchard. *Experimental and Applied Acarology*, 31: 131-134.
- Herron, G. A.; Edge, V. E.; Rophail, J. (1994) The influence of fenbutatin-oxide use on organotin resistance in two-spotted mite *Tetranychus urticae* koch (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 18: 753-755.
- Herron, G. A., Rophail, J., Wilson, L. J. (2001) The development of bifenthrin resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from Australian cotton *Experimental and Applied Acarology*, 25: 301-310.
- Herron, G. A., Rophail, J., Wilson, L. J. (2004) Chlorfenapyr resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from Australian cotton. *Experimental and Applied Acarology*, 34: 315-321.
- Hoffmann, A. A., Porter, S., Kovacs, I. (1997) The response of the major crop and pasture pest, the red-legged earth mite (*Halotydeus destructor*) to pesticides: dose-response curves and evidence for tolerance. *Experimental and Applied Acarology*, 21: 151-162.
- Hoy, M. A., Conley, J., Robinson, W. (1988) Cyhexatin and fenbutatin-oxide resistance in pacific spider mite (Acari: Tetranychidae): stability and mode of inheritance. *Journal Economic Entomology*, 81: 57-64.
- Hoyt, S. C., Westigard, P. H., Croft, B. A. (1985) Cyhexatin resistance in Oregon populations of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 78: 656-659.
- Humeres, E. C., Morse, J. G. (2005) Baseline susceptibility of perseia mite (Acari: Tetranychidae) to abamectin and milbemectin in avocado groves in Southern California. *Experimental and Applied Acarology*, 36: 51-59.

- Intervet Brasil (2009) Disponível em: [http://www.intervet.com.br/products/SOLUTION\\_\\_3\\_5\\_\\_LA/010Caracter\\_sticas.asp](http://www.intervet.com.br/products/SOLUTION__3_5__LA/010Caracter_sticas.asp). Acessado em 25/02/2007.
- Irac-Insecticide Resistance Action Committee. (2009) *The Irac and Classification: an interactive mode of action (MoA) tool*. Disponível em [www.irac-online.org/eclassification/](http://www.irac-online.org/eclassification/). Acesso em 15/03/2009.
- Ismail, M. S. M., Soliman, M. F. M., Naggar, M. H. E., Ghallab, M. M. (2007) Acaricidal activity of spinosad and abamectin against two-spotted spider mites. *Experimental and Applied Acarology*, 43:129–135.
- Kim, Y. J.; Lee, S. H.; Lee, S. W.; Ahn, Y. J. (2004) Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): crossresistance and biochemical resistance mechanisms. *Pest Management Science*, 60: 1001-1006.
- Konno, R. H., Franco, C. R., Omoto, C. (2001) Suscetibilidade de populações de *Brevipalpus phoenicis* (Geijkes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas organoestênicos em citros. *Scientia Agrícola*, 58: 703-709.
- Kumral, N. A., Susurluk, H., Gencer, N. S., Gurkan, M. O. (2009) Resistance to chlorpyrifos and lambda-cyhalothrin along with detoxifying enzyme activities in field-collected female populations of European red mite. *Phytoparasitica*, 37: 7-15.
- Lin, H., Chuan-hua, X., Jin-jun, W., Ming, L., Wen-cai, L., Zhi-mo, Z. (2009) Resistance selection and biochemical mechanism of resistance to two acaricides in *Tetranychus cinnabarinus* (Boiduval). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 93: 47-52.
- Marin, S. L. D. (1988) *Efeitos fitotóxicos de inseticidas, acaricidas e fungicidas em mudas de mamoeiro (Carica papaya L.) cv, Solo*. Jaboticabal, SP: FCAV-UNESP, 97p. (Tese de Mestrado).
- Marin, S. L. D., Gomes, J. A., Salgado, J. S., Martis, D. S., Fullin, E. A. (1988) Toxicidade de inseticidas, acaricidas e fungicidas ao mamoeiro cv. Solo. *Simpósio brasileiro sobre a cultura do mamoeiro*, 2., 1988, Jaboticabal, SP. *Anais...* Jaboticabal, SP: FCAV/UNESP, p. 219-228.
- Martins, D. S. (2003) Manejo das pragas do mamoeiro. In: Martins, D. S., Costa, A. F. S. (eds.). *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória: Incaper. p. 309-344. ISBN 85-89274-04-7
- Martins, D. S., Marin, S. L. D. (1998) Pragas do mamoeiro. In: Braga Sobrinho, L.B., Cardoso, J.E., Chagas, F. (ed.). *Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial*. Brasília: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT, p.143-153.
- Miller, R. W., Croft, B. A., Nelson, R. D. (1985) Effects of early season immigration on cyhexatin and formetanate resistance of *T. urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberries in Central California. *Journal of Economic Entomology*, 78: 1379-1388.

- Nakayama, K., Abreu, J. M., Scanavachi, V. (1986) Controle químico do ácaro-rajado, praga do mamoeiro no extremo sul da Bahia. *Revista Theobroma*, 16: 161-171.
- Okada, S., Iwamatu, (1997) Scale-up production of milbemycin by *Streptomyces hygrosopicus* subsp, *aureolacrimosus* with control of internal pressure, temperature, aeration and agitation. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 70: 179-187. ISSN 0268-2575
- Oliveira, C. A. L., Magalhães, P. M., Ruggiero, C. (1981) Efeitos fitotóxicos em mamoeiro (*Carica papaya* L.) de produtos eficientes no controle do ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904). *Congresso Anual da Sociedade Americana de Ciências Hortícolas - Região Triopical*, 25: 305-309.
- Omoto, C. (1995) Resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) aos produtos químicos na citricultura. In: Oliveira, C.A.L., Donadio, L. C. (ed.) *Leprose dos citros*. Jaboticabal: FUNEP, p. 179-188.
- Omoto, C., Alves, E. B., Ribeiro, P. C. (2000) Detecção e monitoramento de resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijkes) (Acari: Tenuipalpidae) ao dicofol. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29: 757-764.
- Omoto, C., Dennehy, T. J., McCoy, C. W., Crane, S. E., Long., J. W. (1995a). Management of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) resistance to dicofol in Florida citrus. *Journal of Economic Entomology*, 88: 1120-1128.
- Omoto, C., Dennehy, T. J., McCoy, C. W., Crane, S. E., Long., J. W. (1995b). Interface between citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) and dicofol. *Journal of Economic Entomology*, 88: 1129-1137.
- Oppenoorth, F. J. (1984) Biochemistry of insecticide resistance. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 22: 187-193.
- Oppenoorth, F. J. (1985) Biochemistry and genetics of insecticide resistance. In: Kerkut, G. A., Gilbert, L. I. (eds.) *Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology*. New York: Pergamon Press, 12: 731-773.
- Pimprale S. S., Besco C. L., Bryson P. K. and Brown T. M. (1997) Increased susceptibility of pyrethroid-resistant tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) to chlorfenapyr. *Journal of Economic Entomology* 90: 49–54.
- Poletti, M. (2002) Variabilidade inter e intraespecífica na suscetibilidade de ácaros fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) a dicofol e deltametrina em citros. Piracicaba, 78p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- Ricci, M. S. F., Neves, M. C. P. (2008) Cultivo do café orgânico: controle alternativo de pragas e doenças. EMBRAPA. Disponível em: <http://cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemasdeproducao/cafe/doencas.htm#caldas>. Acessado em 13/04/2009.

- Saito, T., Tabata, K., Kohno, S. (1983) Mechanisms of acaricide resistance with emphasis on dicofol. In: Georghiou, G. P., Saito, T. (ed.) *Pest resistance to pesticides*. New York: Plenum Press, p. 429-444.
- Sanches, N. F., Nascimento, A. S. (2000) Pragas e seu controle. In: Trindade, A.V. (org.). *Mamão. Produção: aspectos técnicos*. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 77p. (Frutas do Brasil, 3).
- Santa-Cecília, L. V. C., Reis, P. R. (1986) Pragas do mamoeiro. *Informe Agropecuário*, 12: 49-53.
- Sato, M. E., Silva, M. (2002) Seleções artificiais para resistência e suscetibilidade de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a propargite em laboratório. *Arquivo do Instituto Biológico*, 69: 258-260.
- Sato, M. E., Suplicy Filho, N., Souza Filho, M. F. S., Takematsu, A. P. (1994) Resistência do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) a diversos acaricidas em morangueiro (*Fragaria* sp.) nos municípios de Atibaia-SP e Piedade-SP. *Ecossistema*, 19: 40-46.
- Sato, M. E., Silva, M., Gonçalves, L. R., Souza Filho, M. F., Raga, A. (2000a) Seleção para resistência e suscetibilidade a fenpyroximate em *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em laboratório. *Arquivos do Instituto Biológico*, 67(supl.): 1-145.
- Sato, M. E., Passerotti, C. M., Takematsu, A. P., Souza Filho, M. F., Potenza, M. R., Sivieri, A. P. (2000b) Resistência de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) a acaricidas, em pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) em Paranapanema e Jundiá, SP. *Arquivos do Instituto Biológico*. 67: 117-123
- Sato, M. E., Silva, M., Gonçalves, L. R., Souza Filho, M. F., Raga, A. (2002) Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. *Neotropical Entomology*, 31: 449-456.
- Sato, M. E., Miyata, T., Silva, M., Raga, A., Souza Filho, M. F. (2004) Selections for fenpyroximate resistance and susceptibility, and inheritance, crossresistance and stability of fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Applied Entomology and Zoology*, 39: 293-302.
- Sato, M. E., Silva, M. Z., Raga, A., Souza Filho, M. F. (2005) Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology*, 34: 991-998.
- Sato, M. E., Silva, M. Z., Cangani, K. G., Raga, A. (2007a) Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. *Bragantia*, 66: 89-95.



- Sato, M. E., Silva, M. Z., Souza Filho, M. F., Matioli, A. L., Raga, A. (2007b) Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry welds with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. *Experimental and Applied Acarology*, 42:107–120.
- Shoop, W. L., Mrozik, H., Fisher, M. (1995) Structure and activity of avermectins and milbemycins in animal health. *Veterinary Parasitology*, 59: 139-156.
- Silva, M., Sato, M. E., Gonçalves, L. R., Souza Filho, M. F., Raga, A. (2000) Resistência cruzada a diversos acaricidas em *Tetranychus Urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) resistente a fenpyroximate. *Arquivos do Instituto Biológico*, 67 (supl.): 1-145.
- Souza Filho, M. F., Suplicy Filho, N., Sato, M. E., Takematsu, A. P. (1994) Suscetibilidade do ácaro-rajado proveniente de Pilar do Sul, SP, a diversos acaricidas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29: 1187-1192.
- Stumpf, N., Nauen, R. (2001). Cross resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 94: 1577-1583.
- Stumpf, N., Nauen, R. (2002). Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari-Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 72: 111-121.
- Suh, E., Koh, S., Lee, J., Shin, K., Cho, K. (2006) Evaluation of resistance pattern to fenpyroximate and pyridaben in *Tetranychus urticae* collected from greenhouses and apple orchards using lethal concentration-slope relationship. *Experimental and Applied Acarology*, 38:151–165.
- Takematsu, A. P., Suplicy Filho, N., Souza Filho, M. F., Sato, M. E. (1994) Sensibilidade de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836), proveniente de roseira (*Rosa* sp.) de Holambra, SP, a alguns acaricidas. *Revista Agricultura*, 69: 129-137.
- Tian, T., Grafton-Cardwell, E. E., Granett, J. (1992) Resistance of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) to cyhexatin and fenbutatin-oxide in California pears. *Journal of Economic Entomology*, 85: 2088-2095.
- Umina, (2007) Pyrethroid resistance discovered in a major agricultural pest in southern Australia: the redlegged earth mite *Hallotydeus destructor* (Acari: Pentheleidae). *Pest Management Science*, 63: 1185-1190
- Van Leeuwen, T.; Stillatus, V.; Tirry, L. (2004) Genetic analysis and cross-resistance spectrum of a laboratory-selected chlorfenapyr resistant strain of two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 32: 249-261.
- Van Pottelberge, S., Khajehali, J., Van Leeuwen, T., Tirry, L. (2009) Effects of spiroadiclofen on reproduction in a susceptible and resistant strain of

*Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) *Experimental and Applied Acarology*, 47:301–309.

Ventura, J. A., Costa, H., Tatagiba, J. S. (2003) Manejo das doenças do mamoeiro. In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.). *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória: Incaper. p. 230-308. ISBN 85-89274-04-7

Ware G. W., Whitacre D. M. (2004) *The pesticide book*, 6. ed., 496p. (ISBN 1892829-11-8). Disponível em: <http://ipmworld.umn.edu/chapters/ware.htm>. Acessado em 24/02/2009.

Welty, C., Reissig, W. H., Dennehy, T. J., Weires, R. W. (1989) Activity of clofentezine against european red mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 82: 197-203.

Yang, X., Buschman, L. L., Zhu, K. Y., Margolies, D. C. (2002) Susceptibility and detoxifying enzyme activity in two spider mite species (Acari: Tetranychidae) after selection with three insecticides. *Journal of Economic Entomology*, 95: 399-406.