Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Mistura de acaricidas no manejo da resistência de *Brevipalpus phoenicis*
(Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) a hexythiazox**

Fernando Joly Campos

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Entomologia**

Piracicaba

2006

Fernando Joly Campos
Engenheiro Agrônomo

**Mistura de acaricidas no manejo da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939)
(Acari: Tenuipalpidae) a hexythiazox**

Orientador:
Prof. Dr. CELSO OMOTO

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Entomologia**

Piracicaba
2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Campos, Fernando Joly

Mistura de acaricidas no manejo da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) a hexythiazox / Fernando Joly Campos. - - Piracicaba, 2006.
83 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.
Bibliografia.

1. Acaricida (resistência) 2. Ácaro 3. Fruta cítrica 4. Manejo integrado 5. Vetor de doença de planta I. Título

CDD 632.6542

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais

Gregório e Maria Madalena pelo amor, dedicação e exemplo

Dedico...

Aos meus irmãos Fábio e Beatriz

AGRADEÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Celso Omoto pela confiança, incentivo e orientação na realização desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Entomologia da ESALQ/USP pelos ensinamentos transmitidos durante o curso.

À Coodenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e ao Fundo Paulista de Defesa da Citricultura pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desse projeto.

À Du Pont do Brasil Ltda, em especial ao Engenheiro Agrônomo Carlos Augusto Lovatto, pelo apoio à pesquisa.

Ao Engenheiro Agrônomo Moacir Bono Rodriguez pelo auxílio na realização dos experimentos, pela amizade e incentivo.

Ao Engenheiro Agrônomo Cláudio R. Franco pela amizade, incentivo e colaboração e sugestões imprescindíveis na elaboração desse trabalho.

Aos Engenheiros Agrônomos Everaldo B. Alves, Leonardo D. da Silva, Marcelo Poletti, Nádia F.B. Casarin e Samuel Martinelli pela amizade e colaboração.

Aos colegas do Programa de Pós-graduação e funcionários do Setor de Entomologia pela amizade e incentivo durante o desenvolvimento do projeto.

Às bibliotecárias Eliana Maria Garcia e Sílvia M. Zinsly da ESALQ/USP pelo auxílio e dedicação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 DESENVOLVIMENTO.....	13
2.1 Revisão bibliográfica.....	13
2.1.1 Resistência de ácaros a hexythiazox.....	13
2.1.2 Resistência de <i>Brevipalpus phoenicis</i> a acaricidas.....	15
2.1.3 Mistura de produtos no manejo da resistência.....	18
2.2 Material e métodos.....	20
2.2.1 Populações de <i>Brevipalpus phoenicis</i>	21
2.2.2 Criação de <i>Brevipalpus phoenicis</i>	22
2.2.3 Estimativa da frequência de resistência de <i>Brevipalpus phoenicis</i> a hexythiazox.....	23
2.2.4 Resistência cruzada entre hexythiazox e cyhexatin em <i>Brevipalpus phoenicis</i>	23
2.2.5 Estabilidade da resistência de <i>Brevipalpus phoenicis</i> a hexythiazox.....	25
2.2.5.1 Biologia das linhagens de <i>Brevipalpus phoenicis</i> suscetível e resistente a hexythiazox em condições de laboratório.....	25
2.2.5.2 Dinâmica da resistência de <i>Brevipalpus phoenicis</i> a hexythiazox em condições de campo.....	25
2.2.6 Mistura de acaricidas no manejo da resistência de <i>Brevipalpus phoenicis</i> a hexythiazox.....	27
2.2.6.1 Persistência da atividade biológica de acaricidas.....	27
2.2.6.2 Experimento em condições de campo.....	28
2.3 Resultados e discussão.....	29

	7
2.3.1 Resistência cruzada entre hexythiazox e cyhexatin em <i>Brevipalpus phoenicis</i>	29
2.3.2 Estabilidade da resistência de <i>Brevipalpus phoenicis</i> ao hexythiazox.....	35
2.3.2.1 Biologia das linhagens de <i>Brevipalpus phoenicis</i> suscetível e resistente a hexythiazox em condições de laboratório.....	35
2.3.2.2 Dinâmica da resistência de <i>Brevipalpus phoenicis</i> a hexythiazox em condições de campo.....	41
2.3.3 Mistura de acaricidas no manejo da resistência de <i>Brevipalpus phoenicis</i> a hexythiazox.....	51
2.3.3.1 Persistência da atividade biológica de acaricidas.....	51
2.3.3.2 Experimento em condições de campo.....	58
3 CONCLUSÕES.....	66
REFERÊNCIAS.....	67

RESUMO

Mistura de acaricidas no manejo da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) a hexythiazox

A mistura de hexythiazox com acaricidas de ação adulticida tem sido explorada no controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em pomares de citros. Sendo assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de subsidiar a recomendação de mistura de acaricidas no manejo da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox. Para esse propósito, foram realizados estudos para 1) avaliar a relação de resistência cruzada entre hexythiazox e cyhexatin em *B. phoenicis*; 2) entender a estabilidade da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox mediante a comparação da biologia das linhagens suscetível (S) e resistente (R) ao hexythiazox em condições de laboratório e a avaliação da dinâmica da resistência em condições de campo, por um período de dois anos; e 3) avaliar a estratégia da mistura de hexythiazox com os acaricidas cyhexatin ou dicofol mediante a condução de estudos de persistência da atividade biológica de acaricidas sobre as linhagens S e R, além de experimentos de campo para validar essa estratégia. A estimativa da frequência de resistência a hexythiazox foi realizada com bioensaio de contato direto sobre ovos, utilizando-se a concentração discriminatória de 18 mg de hexythiazox/L de água. A resistência cruzada entre hexythiazox e cyhexatin foi ausente. Não foram verificadas diferenças significativas entre as linhagens S e R, com relação aos parâmetros biológicos avaliados para a confecção das tabelas de vida e fertilidade em condições de laboratório. No entanto, a resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox foi instável em condições de campo; isto é, foram verificadas reduções significativas na frequência de resistência na ausência de pressão de seleção, tanto em talhões com baixa (<20%) como em talhões com alta (>60%) frequência de resistência. Estudos de persistência da atividade biológica de hexythiazox, utilizada na forma isolada ou em mistura com cyhexatin ou dicofol, evidenciaram que há discriminação na taxa instantânea de crescimento (r_i) das linhagens S e R. Dicofol apresentou menor persistência do que hexythiazox e cyhexatin. As frequências de resistência a hexythiazox estimadas após a utilização da mistura de hexythiazox com cyhexatin ou dicofol foram significativamente menores do que a frequência estimada após a utilização de hexythiazox isoladamente; porém maiores do que as frequências estimadas após a utilização de cyhexatin ou dicofol isoladamente. Apesar do controle satisfatório de *B. phoenicis* com a utilização da mistura em pomares com baixa frequência de resistência a hexythiazox, essa estratégia deve ser recomendada com cautela para o manejo da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox.

Palavras chaves: *Brevipalpus phoenicis*; Hexythiazox; Resistência; Citros

ABSTRACT

Mixtures of acaricides in the management of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) resistance to hexythiazox

The mixture of hexythiazox with acaricides with adulticidal activity has been exploited for controlling *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) in citrus groves. Therefore, this research was conducted to subsidize the recommendation of mixture of acaricides in the management of *B. phoenicis* resistance to hexythiazox. For this purpose, studies were undertaken 1) to evaluate cross-resistance relationship between hexythiazox and cyhexatin; 2) to understand the stability of *B. phoenicis* resistance to hexythiazox by comparing the life-history of susceptible (S) and resistant (R) strains of *B. phoenicis* to hexythiazox under laboratory conditions and by evaluating the dynamics of the resistance under field conditions, during a 2-year period; and 3) to evaluate the strategy of the mixture of hexythiazox with cyhexatin or dicofol acaricides by evaluating the persistence of biological activity of the acaricides on S and R strains and conducting field experiments to validate this strategy. The frequency of resistance to hexythiazox was estimated with direct contact bioassays on eggs with the use of discriminating concentration of 18 mg of hexythiazox/L of water. There is no cross-resistance between hexythiazox and cyhexatin. No significant differences were observed between S and R strains in relation to biological parameters evaluated to built life and fertility tables under laboratory conditions. However, the resistance of *B. phoenicis* to hexythiazox was unstable under field conditions; that is, significant reductions in the frequency of resistance were observed in the absence of selection pressure, either in fields with low (<20%) or high (>60%) frequency of resistance. Studies on persistence of biological activities of hexythiazox, used by itself or in mixture with cyhexatin or dicofol, showed that there is clear discrimination between S and R strains based on the instantaneous rate of increase (r_i). Dicofol was less persistent than hexythiazox and cyhexatin. Frequencies of resistance to hexythiazox estimated following the use of mixture of hexythiazox with cyhexatin or dicofol were significantly lower than that with the use of hexythiazox alone; but higher than the frequencies estimated following the use of cyhexatin or dicofol alone. Despite of good control of *B. phoenicis* in citrus groves with low frequencies of resistance to hexythiazox, the mixture of acaricides must be recommended with cautious for managing the resistance of *B. phoenicis* to hexythiazox.

Keywords: *Brevipalpus phoenicis*; Hexythiazox; Resistance; Citrus

1 INTRODUÇÃO

A evolução da resistência de pragas a agrotóxicos tem sido um dos grandes entraves na implementação de programas de manejo integrado de pragas (MIP) (CROFT, 1990; DENHOLM; ROLLAND, 1992; GEORGHIOU, 1983). As consequências da evolução da resistência podem ser refletidas em aplicações mais freqüentes de agrotóxicos, uso de doses elevadas, uso de misturas indevidas de agrotóxicos e substituição por um outro produto, geralmente mais tóxico e caro. Essas consequências comprometem os programas de MIP, devido ao aumento do custo de controle, eliminação de inimigos naturais de pragas e maior contaminação do meio ambiente com agrotóxicos (GEORGHIOU, 1983). Dessa forma, estratégias de manejo da resistência de pragas a agrotóxicos têm se tornado um importante componente em programas de MIP nos diversos ecossistemas em que o controle químico é utilizado (FORRESTER, 1990; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1986; SAWICKI; DENHOLM, 1987).

O ácaro-da-leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) é uma das principais pragas da cultura dos citros, por ser o transmissor do vírus causador da leprose dos citros (CHIAVEGATO, 1987; GUIRADO; SILVERIO, 1992; KITAJIMA et al., 1972; SALVA; MASSARI, 1995). Para o manejo desse ácaro, o controle químico tem sido a principal tática de controle, sendo realizada de 2 a 3 pulverizações de acaricidas por ano (GRAVENA, 1994). Devido à alta pressão de seleção com acaricidas, a resistência de *B. phoenicis* já foi documentada para diversos acaricidas, tais como dicofol (OMOTO; ALVES; RIBEIRO, 2000), hexythiazox (CAMPOS; OMOTO, 2002) e propargite (FRANCO, 2002).

O acaricida hexythiazox tem sido utilizado para o manejo de *B. phoenicis* desde os anos 80 em pomares de citros no Brasil (GRAVENA, 1994). Esse acaricida apresenta excelente ação sobre ovos e formas imaturas de diferentes espécies de ácaros (AVEYARD; PEREGRINE; BRYAN, 1986; WELTY et al., 1988), além de apresentar certa seletividade a inimigos naturais de pragas (HERRON; EDGE; ROPHAIL, 1993; RAGA, 1996; RAGA et al, 1997; SATO et al., 1992, 1995; YAMAMOTO et al., 1992; YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003).

Apesar da detecção da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox em diferentes pomares de citros do Estado de São Paulo (CAMPOS; OMOTO, 2002), este acaricida ainda vem sendo utilizado com sucesso, principalmente em mistura com outros acaricidas, geralmente com os de ação adulticida. No entanto, para o sucesso da utilização da estratégia de mistura de produtos no

manejo da resistência, várias premissas devem ser obedecidas, tais como: ausência de resistência cruzada entre os produtos utilizados em mistura, os indivíduos resistentes para os dois componentes da mistura devem ser raros, a presença de custo adaptativo associado à resistência, o padrão de herança da resistência deve ser recessiva para pelo menos um dos componentes da mistura, os produtos devem apresentar persistência biológica semelhante, presença de refúgio para indivíduos suscetíveis, os produtos em mistura devem proporcionar alta mortalidade da praga etc. (CURTIS, 1985; COMINS, 1986; MANI, 1985; TABASHNIK, 1990).

Muitas dessas premissas não são obedecidas para o emprego da estratégia de mistura de acaricidas no manejo da resistência em *B. phoenicis*. Geralmente a mistura tem sido adotada após a detecção de falhas no controle desse ácaro com um dos acaricidas utilizados isoladamente; sendo assim, a frequência de resistência já se encontra possivelmente alta para pelo menos um dos componentes da mistura. A maioria dos indivíduos na população de *B. phoenicis* é fêmea haplóide (HELLE; BOLLAND; HEITMANS, 1980; WEEKS; MAREK; BREEUWER, 2001); portanto, não há possibilidade da herança da resistência ser recessiva. A presença de refúgio para abrigar indivíduos suscetíveis não serve para diluir a resistência, pois a reprodução de *B. phoenicis* se dá principalmente por partenogênese telítica (HELLE; BOLLAND; HEITMANS, 1980; PIJNACKER, 1980). Além disso, a dispersão de *B. phoenicis* é relativamente limitada (ALVES; CASARIN; OMOTO, 2005) e a resistência de *B. phoenicis* ao hexythiazox foi estável em condições de laboratório (CAMPOS; OMOTO, 2002). Outro importante ponto é que quando os acaricidas são utilizados em mistura as doses dos acaricidas são geralmente reduzidas, o que não garantiria a alta mortalidade dos ácaros.

Apesar desses fatos, a mistura de hexythiazox com acaricidas de ação adulticida tem sido bastante explorada no manejo de *B. phoenicis* em pomares de citros. Sendo assim, para subsidiar essa recomendação foram conduzidos estudos para avaliar a relação de resistência cruzada entre hexythiazox e cyhexatin. Foram também realizados estudos para avaliar a estabilidade da resistência de *B. phoenicis* ao hexythiazox mediante a comparação da biologia das linhagens suscetível e resistente ao hexythiazox em condições de laboratório e a avaliação da dinâmica da resistência em condições de campo, por um período de dois anos. E por último, a estratégia da mistura de hexythiazox com os acaricidas cyhexatin ou dicofol foi avaliada mediante a condução de estudos de persistência da atividade biológica de acaricidas, além de experimentos em

condições de campo para validar essa estratégia no manejo da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 Resistência de ácaros a hexythiazox

Hexythiazox é um acaricida pertencente ao grupo químico carboxamida, sendo um produto de ação ovicida e larvicida (AVEYARD; PEREGRINE; BRYAN, 1986; 1986; WELTY et al., 1988). Esse acaricida pertence ao grupo dos reguladores de crescimento de ácaros, porém o seu mecanismo de ação ainda é desconhecido, atuando provavelmente na biosíntese de quitina. O mecanismo de ação de hexythiazox é citado na literatura como similar ao clofentezine que é um outro acaricida do grupo dos reguladores de crescimento que tem sido utilizado para o controle de ácaros tetraniquídeos (BAILLOID; GUIGNARD; ANTONIN, 1986; HOY; OUYANG, 1986). Aveyard et al. (1989) verificaram que clofentezine apresenta alta atividade sobre ovos e formas jovens de *Tetranychus urticae* Koch, porém uma baixa atividade sobre adultos. Esses autores verificaram também que a fase mais suscetível desse ácaro foi a de ovos, sendo 40-60 vezes mais sensível do que as fases imaturas. A persistência da atividade biológica de hexythiazox é relativamente alta, podendo atuar por até 30 dias no controle de *Panonychus ulmi* Koch (PREE; MARSHALL; McGARVEY, 1992).

Hexythiazox foi desenvolvido inicialmente para o controle de ácaros da família Tetranychidae, sendo utilizado nos Estados Unidos da América, Europa, Japão e Austrália, principalmente para *T. urticae*, *P. ulmi* e *P. citri* (McGregor) (HOY; OUYANG, 1986; WELTY et al., 1988). A partir dos anos 80, esse acaricida começou a ser recomendado para o controle de *B. phoenicis* no Brasil, sendo inicialmente utilizado de forma isolada, e posteriormente em mistura com acaricidas adulticidas.

O primeiro caso documentado de resistência a hexythiazox foi registrado na Austrália em 1987 para *T. urticae*, após uso intensivo de clofentezine para o controle deste ácaro na cultura de rosas (EDGE et al.¹, apud WELTY et al., 1988). Esses autores verificaram que a resistência a

---

¹ EDGE, V.E.; ROPHAIL, J.; JAMES, D.G. Acaricide resistance in twospotted mite, *Tetranychus urticae* in Australian horticultural crops. In: SYMPOSIUM ON MITE CONTROL IN HORTICULTURAL CROPS, 1987. **Proceedings...**Australia: 1987, p. 29-30.

hexythiazox (razão de resistência superior a 2.500 vezes) foi possivelmente devido à resistência cruzada com clofentezine.

Herron; Edge e Rophail (1993) detectaram uma intensidade de resistência de *T. urticae* a hexythiazox de 695 vezes. Posteriormente, Herron e Rophail (1993) avaliaram o custo adaptativo associado à resistência de *T. urticae* a hexythiazox e observaram que a média de ovos da linhagem resistente foi maior do que a da linhagem suscetível, considerando que o elevado número de ovos produzidos pela linhagem resistente pode estar associado à coadaptação.

Yamamoto et al. (1995ab) selecionaram uma linhagem de *P. citri* resistente a hexythiazox em condições de laboratório, a partir de uma população com 17 ciclos de seleção com hexythiazox em condições de campo, e posteriormente submetida a seis ciclos de seleções para resistência em laboratório. A intensidade de resistência obtida foi superior a 24.000 vezes. Esses mesmos autores avaliaram o custo adaptativo da resistência de *P. citri* a hexythiazox relacionado a parâmetros biológicos, e observaram a presença de baixa desvantagem reprodutiva para a linhagem resistente.

Para a implementação de qualquer estratégia de manejo da resistência, o conhecimento das relações de resistência cruzada entre os componentes da mistura ou rotação é de grande importância. A resistência cruzada entre hexythiazox e clofentezine já foi reportada por muitos autores para *T. urticae*. Herron, Edge e Rophail (1993) obtiveram diferentes populações desse ácaro provenientes de pomares de maçã na Austrália, observando que as populações resistentes a clofentezine apresentaram baixa suscetibilidade a hexythiazox. Dados semelhantes foram obtidos por Gough (1990) que estudou o potencial de vários acaricidas para o controle de *T. urticae* em três campos de rosas com um histórico de intensivo uso de acaricidas, verificando que clofentezine e hexythiazox proporcionaram excelente controle em campos onde não foram previamente expostos a nenhum dos dois acaricidas, mas ambos foram completamente ineficazes no campo onde clofentezine foi aplicado continuamente por dois anos.

Nauen et al. (2001) estudaram a suscetibilidade de três populações de *T. urticae* a oito acaricidas, sendo que uma população apresentou uma razão de resistência de 1.070 vezes ao hexythiazox e superior a 770 vezes a clofentezine. Esses mesmos autores detectaram uma população de *P. ulmi* com uma razão de resistência superior a 4.300 vezes para hexythiazox e superior a 417 vezes para clofentezine.

Pree; Bittner e Whitty (2002) detectaram uma população de *P. ulmi* proveniente de um pomar de maçã que sofreu pressão de seleção com clofentezine. A intensidade de resistência a clofentezine foi superior a 2.500 vezes. Os autores verificaram que a população resistente ao clofentezine também se mostrou resistente a hexythiazox.

Thwaite (1991) coletou diferentes populações de *P. ulmi* em pomares de maçã que sofreram quatro ou mais pulverizações com os acaricidas hexythiazox e clofentezine, observando que 23 das populações testadas apresentaram baixa suscetibilidade a clofentezine e 19 dessas populações apresentaram baixa suscetibilidade a hexythiazox.

Yamamoto et al. (1995b) observaram a existência de resistência cruzada entre hexythiazox e clofentezine em *P. citri* no Japão, verificando a baixa atividade de clofentezine sobre a linhagem resistente a hexythiazox após a avaliação de 20 acaricidas sobre essa linhagem.

Além de clofentezine, a resistência cruzada de hexythiazox tem sido reportada também para outros acaricidas do grupo dos reguladores de crescimento de ácaros. Por exemplo, a linhagem de *P. citri* resistente a hexythiazox apresentou resistência aos acaricidas flufenoxuron e flucycloxuron (YAMAMOTO et al., 1995b). Grosscurt; Wixley e Ter Haar (1994) coletaram 26 populações de *P. ulmi* em pomares de maçã de Israel, França, Holanda, Itália e Espanha que apresentaram falhas no controle quando hexythiazox e clofentezine foram utilizados. Esses autores avaliaram a suscetibilidade de cada uma dessas populações, sendo que as populações que apresentaram baixa suscetibilidade a hexythiazox e clofentezine, também apresentaram baixa suscetibilidade a flucycloxuron, evidenciando a existência de resistência cruzada entre esses três acaricidas.

Flexner et al. (1995) avaliaram diferentes esquemas de utilização dos acaricidas organoestânicos e de hexythiazox na evolução da resistência de *T. urticae* em um pomar de pêra nos Estados Unidos da América, durante sete anos, e verificaram que a população de *T. urticae* proveniente do tratamento com a utilização sequencial de cyhexatin apresentou resistência cruzada com hexythiazox.

2.1.2 Resistência de *Brevipalpus phoenicis* a acaricidas

O ácaro-da-leprose *B. phoenicis* é uma espécie polífaga e de distribuição cosmopolita. No Brasil a presença de *B. phoenicis* foi confirmada em citros em 1959 (ROSSETTI; FASSA;

MUSUMECI, 1959), e esse ácaro já foi encontrado em 34 espécies de plantas cultivadas, ornamentais e invasoras em pomares cítricos no Estado de São Paulo (TRINDADE; CHIAVEGATO, 1994). Sua importância na citricultura brasileira se deve ao fato de ser o vetor do vírus da leprose-dos-citros (CHIAVEGATO; MISCHAN; SILVA, 1982; GRAVENA, 1994; OLIVEIRA, 1986), que pode comprometer seriamente a produtividade da planta atacada e a sua vida útil (GUIRADO; SILVEIRA, 1992).

O principal método de controle do ácaro-da-leprose na citricultura tem sido a intervenção química, sendo comum a realização de 2 a 3 pulverizações anuais com acaricidas (GRAVENA, 1994). Devido à alta pressão de seleção com acaricidas, problemas no controle do ácaro-da-leprose passaram a serem reportados por técnicos e produtores da citricultura paulista, sendo que a resistência desse ácaro foi inicialmente questionada na safra de 1974/1975 (MYAZAKI; SUPPLY FILHO; SAMPAIO, 1982).

O ácaro-da-leprose se reproduz principalmente por partenogênese telítica, isto é, fêmeas não fecundadas dão origem a fêmeas que são geneticamente idênticas à progenitora (HELLE; BOLLAND; HEITMANS, 1980; PIJNACKER, 1980). Essa característica favorece a evolução da resistência, pois todos os descendentes de uma progenitora resistente serão resistentes. No entanto, segundo Haramoto (1969) esse modo de reprodução contribuir para a redução da variabilidade genética da população e associado à baixa frequência de aplicação de acaricidas pode retardar a evolução da resistência. As fêmeas encontram-se na natureza exclusivamente na forma haplóide, isto é, possuem dois cromossomos geneticamente distintos, não havendo cromossomos homólogos (HELLE; BOLLAND; HEITMANS, 1980; WEEKS; MAREK; BREEUWER, 2001).

O hábito alimentar polífago pode retardar a evolução da resistência, pois os ácaros que estão em plantas hospedeiras não pulverizadas poderiam imigrar para áreas tratadas, retardando a evolução da resistência, no entanto trabalho de Alves; Casarin e Omoto (2005) mostraram que a dispersão de *B. phoenicis* é relativamente restrita. Além disso, devido à reprodução de *B. phoenicis* ser predominantemente por telitoquia, mesmo que ocorra a imigração de ácaros suscetíveis, estes não contribuiriam para a diluição da resistência.

O potencial reprodutivo de uma espécie apresenta relação positiva com a evolução da resistência, sendo que a evolução tende a ser mais rápida para espécies que apresentam alto potencial reprodutivo, pois um maior número de descendentes estará sofrendo pressão de seleção

(GEORGHIOU; TAYLOR, 1977a). Chiavegato (1986) estudou a biologia de *B. phoenicis* utilizando frutos de folhas de laranja da variedade Pêra Rio e observou que o período de ovo a adulto foi maior em frutos do que em folhas à 30 °C com valores de 14,4 e 17,6 dias, respectivamente. O desenvolvimento em frutos na temperatura de 20 °C foi de 43,5 dias. O número de ovos em frutos à 30 e 20 °C foi de 39,2 e 8,6 ovos, respectivamente, enquanto em folhas à 30 °C foi de 8,6 ovos. Em trabalhos conduzidos em condições de campo por Oliveira (1986) revelaram que a infestação média do ácaro em folhas novas, velhas e frutos foi de 0,56; 4,28 e 95,19% respectivamente.

Os fatores operacionais estão relacionados ao produto químico e às características de aplicação. A utilização de agrotóxicos pouco persistentes é fundamental para auxiliar no manejo da resistência, bem como a utilização de agrotóxicos seletivos que podem retardar a evolução da resistência, devido à sobrevivência dos inimigos naturais que podem contribuir para reduzir o número de indivíduos resistentes.

Omoto; Alves e Ribeiro (2000) observaram diferenças na suscetibilidade de *B. phoenicis* ao acaricida dicofol em diferentes populações coletados em diferentes pomares. A partir de uma população coletada em um pomar comercial de citros na região de Itápolis (SP) em 1997, onde o uso de do acaricida dicofol foi intenso, foi selecionada em laboratório uma linhagem de *B. phoenicis* resistente ao dicofol, sendo obtida uma razão de resistência de aproximadamente 60 vezes. Alves; Omoto e Franco (2000b) estudaram as relações de resistência cruzada entre o dicofol e alguns acaricidas recomendados na cultura de citros, realizando testes toxicológicos com as linhagens de *B. phoenicis* suscetível e resistente ao dicofol com os acaricidas óxido de fenbutatin, propargite, fenpyroximate e bromopropilato. Não foi observada a presença de resistência cruzada entre dicofol e os acaricidas óxido de fenbutatin e propargite. No entanto, foi verificada a presença de resistência cruzada positiva entre dicofol e bromopropilato e de resistência cruzada negativa entre dicofol e fenpyroximate.

Konno; Franco e Omoto (2001) avaliaram a suscetibilidade de populações de *B. phoenicis* a alguns acaricidas do grupo do organoestânicos (cyhexatin e óxido de fenbutatin), porém não foram encontradas diferenças significativas na suscetibilidade de diferentes populações de *B. phoenicis* a esses acaricidas.

Campos e Omoto (2002) observaram diferenças significativas quanto à suscetibilidade a hexythiazox em populações coletadas em diferentes talhões dentro de um mesmo pomar de citros

da cidade de Barretos (SP). A partir dessa informação foi realizada uma seleção com hexythiazox em laboratório utilizando uma população que apresentou uma alta frequência de resistência, obtendo assim uma linhagem de *B. phoenicis* resistente ao hexythiazox com uma razão de resistência superior a 10.000 vezes. A resistência foi relativamente estável em estudos conduzidos para avaliar as variações na frequência de resistência em populações de *B. phoenicis* com diferentes proporções de indivíduos suscetíveis e resistentes (80%S + 20%R, 50%S + 50% R, 20%S + 80%R), na ausência de pressão de seleção por um período de seis meses.

Franco (2002) conduziu trabalhos de caracterização da suscetibilidade de *B. phoenicis* ao acaricida propargite, bem como o monitoramento e a caracterização da resistência ao propargite. Foram encontradas diferenças significativas quanto à suscetibilidade a propargite nas populações testadas. Após a seleção de uma população de *B. phoenicis* com propargite, a razão de resistência obtida para a população selecionada foi de 10 vezes.

2.1.3 Mistura de produtos no manejo da resistência

O manejo da resistência a agrotóxicos é um importante componente em programas de MIP (METCALF, 1990). As estratégias de manejo de resistência foram divididas por Georghiou (1983) em três categorias: manejo por moderação, manejo por saturação e manejo por ataque múltiplo. O manejo por moderação consiste na diminuição da pressão de seleção com agrotóxicos através da redução da frequência de aplicação dos mesmos, na utilização de produtos seletivos, na utilização de produtos menos persistentes, na aplicação do produto num estágio mais vulnerável da praga e na preservação de refúgio para os indivíduos suscetíveis. As estratégias de manejo por moderação têm como premissa a diminuição da utilização de produtos químicos para a preservação da fonte de suscetibilidade.

O manejo por saturação consiste em estratégias que visam reduzir o valor adaptativo dos indivíduos resistentes na ausência de pressão de seleção por meio da utilização de altas doses e a utilização de sinergistas que inibem a desintoxicação pela ação de enzimas específicas (GEORGHIOU, 1983). Essa estratégia é de difícil utilização, sendo que pouco se conhece sobre os mecanismos de resistência de *B. phoenicis* a acaricidas.

A estratégia de ataque múltiplo envolve a utilização de dois ou mais produtos em rotação ou mistura. O conceito de rotação é baseado na premissa de que a frequência de indivíduos

resistentes a um agrotóxico possa declinar com a aplicação de um agrotóxico alternativo. Para o sucesso dessa estratégia deve-se assumir que indivíduos resistentes ao agrotóxico “A” sejam menos adaptados que os indivíduos suscetíveis na presença do agrotóxico alternativo “B”, isto é deve-se assumir que exista uma substancial redução no valor adaptativo associada à resistência, e que não exista resistência cruzada entre os agrotóxicos utilizados em rotação (TABASHNIK, 1990). Na citricultura a utilização da rotação de acaricidas com mecanismos de ação distintos é bastante difundida e utilizada devido ao seu baixo custo e facilidade de adoção e a grande ênfase dada a essa estratégia dada pelos pesquisadores e técnicos.

A mistura de produtos como estratégia no manejo de resistência baseia-se no fato dos indivíduos resistentes a um determinado produto sejam controlados pelo outro componente da mistura, e vice-versa. Para que essa estratégia seja eficiente existem algumas premissas que devem ser obedecidas, tais como: o padrão de herança da resistência deve ser recessiva para pelo menos um dos produtos em mistura, ausência de resistência cruzada entre os produtos utilizados em mistura, os indivíduos resistentes devem ser raros, os produtos devem apresentar persistência da atividade biológica semelhantes, e deve existir refúgio para indivíduos suscetíveis, dentre outras (CURTIS, 1985; COMINS, 1986; MANI, 1985; TABASHNIK, 1990). A dificuldade de obedecer todas essas premissas dificulta a utilização da mistura em programas de manejo da resistência, existindo modelos teóricos que comprovam a sua viabilidade, porém poucos trabalhos já foram realizados em condições de campo, devido principalmente à dificuldade de se obter as condições ideais para a sua utilização.

Segundo Curtis (1985), para o sucesso da utilização da mistura, a frequência de resistência deve ser baixa e deve existir uma porção da população que não seja exposta ao tratamento com a mistura. Se todos os indivíduos de uma população forem submetidos ao tratamento com a mistura, todos os sobreviventes podem ser duplamente resistentes, isto é, resistente aos dois componentes da mistura. No entanto como os indivíduos duplamente resistentes são extremamente raros, em teoria, o tratamento com a mistura em uma pequena população, a completa extinção dessa população seria possível.

Mani (1985) por meio de um modelo teórico analisou a efetividade da utilização da mistura de inseticidas no retardamento da evolução da resistência, comparando com a utilização de inseticidas isolados. Os dados obtidos nesse trabalho evidenciaram que a utilização da mistura

foi mais efetiva no retardamento da evolução da resistência, desde que as premissas para o sucesso da mistura sejam obedecidas.

Os trabalhos experimentais com a utilização da mistura no manejo da resistência são escassos na literatura. Em estudo realizado por Prabhaker; Toscano e Henneberry (1998) para avaliar as estratégias de mistura e rotação de inseticidas como estratégia de manejo da resistência de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, uma população de campo foi submetida a diferentes tratamentos com os inseticidas bifenthrin, chlorpyrifos e endosulfan isoladamente ou em rotação e a mistura de bifenthrin e endosulfan. Os autores concluíram que tanto a rotação quanto a mistura foram eficientes no retardamento da resistência quando comparados com a utilização dos produtos isolados.

Dados semelhantes foram obtidos por McKenzie e Byford (1993) que submeteram uma população da mosca-dos-chifres *Haematobia irritans* (L.) a seis tratamentos com inseticidas: uso contínuo de permethrin, diazinon e ivermectin; mistura de permethrin e diazinon (1:2); permethrin e diazinon em rotação; e permethrin e ivermectin em rotação e observaram que comparado com a seleção contínua com os inseticidas isolados, o retardamento da evolução da resistência foi significativamente reduzida para utilização dos inseticidas em rotação ou mistura.

Immaraju; Morse e Hobza (1990) estudaram cinco diferentes regimes de aplicação de inseticidas em populações de tripes *Scirtothrips citri* (Moulton) observaram que a utilização de rotação de acaricidas foi superior do que a utilização de mistura.

Flexner et al. (1995) estudaram em um pomar de pêra nos Estados Unidos da América cinco diferentes regimes de utilização de acaricidas organoestânicos e do hexythiazox no controle de *T. urticae* por um período de 7 anos, avaliando seu efeito na evolução da resistência. Os tratamentos consistiram na aplicação consecutiva de um organoestânico, aplicação consecutiva de hexythiazox, rotação anual entre organoestânicos e hexythiazox, rotação dentro do mesmo ano e mistura da metade da dose recomendada de cyhexatin com metade da dose recomendada de hexythiazox. Os autores observaram que a evolução da resistência a hexythiazox no tratamento com a mistura só ocorreu após a 11^a aplicação consecutiva, ocorrendo também a diminuição da suscetibilidade ao organoestânico, porém falhas no controle do ácaro só foram observadas após a 13^a aplicação, não diferindo dos tratamentos onde foi utilizada a rotação.

2.2 Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no “Laboratório de Resistência de Artrópodes a Pesticidas” do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, no período de março de 2002 a dezembro de 2005.

2.2.1 Populações de *Brevipalpus phoenicis*

Uma população de *Brevipalpus phoenicis* proveniente de um pomar de citros não comercial, localizado no município de Piracicaba-SP, foi tomada como a linhagem suscetível de referência (S). A linhagem resistente a hexythiazox (R) foi obtida por meio da seleção com hexythiazox, a partir de uma população proveniente de um pomar comercial de citros na região de Barretos-SP, com uma razão de resistência superior a 10.000 vezes (CAMPOS; OMOTO, 2002).

Para a escolha dos talhões de citros para a condução de trabalhos em condições de campo, foram realizados levantamentos prévios de monitoramento da resistência para a identificação de talhões com baixa (<20%) e alta frequência de resistência (>60%) de *B. phoenicis* a hexythiazox. Para cada talhão, foram coletados de 30 a 50 frutos de laranja contendo no mínimo três ácaros adultos por fruto. Esses frutos foram levados ao laboratório para a realização da estimativa da frequência de resistência por meio da utilização do bioensaio de contato direto sobre ovos (CAMPOS; OMOTO, 2002). Foram realizados monitoramentos preliminares da resistência em mais de 20 talhões de citros para a seleção de seis talhões onde foram utilizados nos estudos da dinâmica da resistência e da mistura de hexythiazox com outros acaricidas em condições de campo (Quadro 1).

	Identificação	Local da coleta	Número de plantas	Data de coleta
Baixa frequência	OLI-1	Olímpia-SP	1.500	29/08/2003
	BEB-1	Bebedouro-SP	2.500	10/06/2003
	ANA-1	Analândia-SP	1.500	18/08/2003
Alta frequência	ALT-1	Altair-SP	1.000	21/05/2003
	OLI-2	Olímpia-SP	1.500	21/05/2003
	BEB-2	Bebedouro-SP	1.000	15/07/2005

Quadro 1 – Identificação, local de coleta, número de plantas de citros no talhão e data de coleta das populações de *Brevipalpus phoenicis* com baixa (<20%) e alta (>60%) frequência de resistência a hexythiazox

2.2.2 Criação de *Brevipalpus phoenicis*

As linhagens S e R e as diferentes populações de *B. phoenicis* utilizadas nesse trabalho foram multiplicadas no laboratório em frutos de laranja da variedade Valência coletados no pomar do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP. Os frutos foram lavados em água corrente, deixados para secar, e posteriormente parafinados, deixando-se uma arena de 10 a 16 cm² para a colonização do ácaro. Essa arena foi circundada por cola (Tanglefoot®, Grand Rapids, MI, Estados Unidos) para confinar os ácaros. Foram transferidos de 50 a 80 ácaros por fruto com o auxílio de um pincel com apenas um pêlo e um microscópio estereoscópico. Os frutos foram mantidos em caixas plásticas com dimensões de 41 × 34 × 14 cm contendo em seu fundo uma prancha de isopor com 12 orifícios onde os frutos foram acondicionados. A criação foi mantida em sala climatizada à 25 ± 2 °C, 70 ± 10% de UR e 14 horas de fotofase. Os frutos foram renovados a cada 20 ou 30 dias.

2.2.3 Estimativa da frequência de resistência de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox

A estimativa da frequência de resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox foi realizada por meio de bioensaio de contato direto sobre ovos com o acaricida Savey® PM (500 g de hexythiazox/kg do produto comercial, formulação pó molhável, Du Pont do Brasil S.A.), utilizando-se a concentração discriminatória de 18 mg de hexythiazox/L de água definida por Campos e Omoto (2002). Foram utilizadas folhas da planta ornamental *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) como substrato para oviposição do ácaro-da-leprose. Essas folhas foram acondicionadas com a superfície abaxial voltada para cima em placa de Petri de 10 cm de diâmetro contendo uma camada de espuma de 0,7 cm de espessura umedecida com água destilada. As bordas das folhas foram circundadas por uma camada fina de algodão umedecido com água destilada para mantê-las túrgidas. Internamente a essa camada de algodão foi delimitada uma arena com cola (Tanglefoot®) para confinar os ácaros. Foram transferidas 20 fêmeas adultas por folha com o auxílio de pincel com apenas um pêlo e de um microscópio estereoscópico. Os ácaros foram mantidos sobre as folhas para oviposição por um período de 48 horas. Durante esse período, as placas foram mantidas em câmara climatizada à $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 horas. Posteriormente, os ácaros foram retirados e o número de ovos em cada folha foi contado, sendo obtidos de 20 a 40 ovos por folha. Em seguida, as folhas contendo os ovos foram pulverizadas com hexythiazox na concentração discriminatória, com o auxílio da torre de Potter (Burkard Manufacturing, Rickmansworth, Herts, Inglaterra) a uma pressão de 68,95 kPa (10 lb/pol²). Foi utilizado um volume de 2 ml de solução na pulverização, de forma a obter uma deposição média de resíduo úmido de aproximadamente 1,56 mg/cm². Após a pulverização, as placas foram mantidas em câmaras climatizadas à $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e 14 horas de fotofase. A avaliação dos bioensaios foi realizada 11 dias após a pulverização, observando-se a viabilidade dos ovos.

2.2.4 Resistência cruzada entre hexythiazox e cyhexatin em *Brevipalpus phoenicis*

Para avaliar a possibilidade de resistência cruzada entre hexythiazox e cyhexatin, as linhagens S e R foram testadas com o acaricida cyhexatin (Sipcatin® 500 SC, 500 g de cyhexatin/L do produto comercial, formulação suspensão concentrada, Sipcam Agro S.A.).

Foram realizados testes toxicológicos com as fases de ovo, larva e adulto para as duas linhagens. Para a confecção da curva de concentração-resposta para ovos e adultos, foram utilizadas de 5 a 7 concentrações espaçadas logaritmicamente entre 10 e 180 mg de cyhexatin/L de água e para a fase de larva entre 0,32 e 18 mg de cyhexatin/L de água. As diferentes concentrações foram preparadas a partir da diluição do produto comercial em água destilada. Para a fase de ovo, utilizou-se o mesmo procedimento de bioensaio para o hexythiazox descrito anteriormente. Os bioensaios foram repetidos de 4 a 8 vezes para cada concentração do produto.

Para os testes toxicológicos sobre larvas e adultos foi utilizado o método de bioensaio de contato residual. Discos de folhas de laranjeira da variedade Valência de aproximadamente 2,0 cm de diâmetro foram utilizadas como substrato para os bioensaios. As arenas foram pulverizadas na superfície adaxial com as diferentes concentrações de cyhexatin com auxílio da torre de Potter. Para o bioensaio com larvas, as arenas foram acondicionadas em placa de Petri contendo uma camada de espuma com 0,7 cm de espessura. Para evitar a fuga dos ácaros, as bordas das arenas foram delimitadas com uma fina camada de algodão hidrófilo umedecida com água destilada. Para o bioensaio com adultos, os discos foram transferidos para uma placa de Petri de 3,5 cm de diâmetro (Falcon 1008, Becton Dickinson Labware, Lincoln Park, NJ, Estados Unidos) contendo uma camada de mistura não geleificada de ágar-água a 3,0%. Com essa mistura foi realizada uma barreira na borda do disco para evitar a fuga dos ácaros. Para cada arena foram transferidas 10 larvas de 1 dia de idade ou 10 ácaros fêmeas adultas, com o auxílio de um pincel com apenas um pêlo e de um microscópio estereoscópico. Após a transferência dos ácaros, as placas foram mantidas em câmara climatizada à $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 horas. As avaliações foram realizadas 7 dias após a infestação para o bioensaio com larvas e 24 horas com adultos. O critério de mortalidade para o bioensaio foi baseado no toque de cada ácaro com um pincel tanto para larvas quanto para adultos, sendo que ácaros que não apresentaram movimentos vigorosos foram considerados mortos.

Os dados de mortalidade das linhagens S e R nas fases de ovo, larva e adulto testados com cyhexatin foram submetidos à análise de Probit (LEORA SOFTWARE, 1987) para estimar a CL_{50} . Posteriormente, foram realizados testes de igualdade e de paralelismo das linhas de concentração-resposta para as duas linhagens. A razão da resistência foi estimada por meio da divisão da CL_{50} da linhagem R pela CL_{50} da linhagem S.

2.2.5 Estabilidade da resistência de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox

2.2.5.1 Biologia das linhagens de *Brevipalpus phoenicis* suscetível e resistente a hexythiazox em condições de laboratório

A biologia das linhagens de *B. phoenicis* S e R foi avaliada em frutos de laranja da variedade Valência em condições de laboratório, à 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas. Os frutos foram coletados em pomar de laranja sem pulverização de acaricidas ou inseticidas do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP. Após a coleta, os frutos foram levados para o laboratório onde foram lavados em água corrente e deixados para secar. Posteriormente, os frutos foram parafinados deixando-se uma arena de aproximadamente 8 cm². Dentro dessa arena foi delimitada uma outra arena de aproximadamente 4 cm² com cola (Tanglefoot®). Esses frutos foram acondicionados em bandeja de isopor com 40 × 30 cm com 20 orifícios cada, e mantidos em câmara climatizada à 25 ± 1 °C e fotofase de 14 horas. Foram transferidos 5 ácaros fêmeas em cada arena para ovipositar durante 12 horas. Após esse período, os ácaros foram retirados, deixando-se um ovo por arena. As observações da biologia foram realizadas em intervalos de 12 horas, anotando-se a duração e a mortalidade de cada estágio. Foram avaliados os estágios embrionário e pós-embrionário (larva, protocrisálida, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa e teliocrisálida), e na fase adulta foram avaliados os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e fecundidade.

Os dados de cada parâmetro biológico avaliado para as linhagens S e R foram analisados por meio de teste *t*. O nível de significância foi de $\alpha = 0,05$. Tabelas de vida e fertilidade para as duas linhagens testadas foram obtidas utilizando-se o método proposto por Andrewartha e Birch (1954) apud Silveira Neto et al. (1976).

2.2.5.2 Dinâmica da resistência de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox em condições de campo

Os estudos de dinâmica da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox foram realizados em talhões de pomares comerciais de citros localizados nos municípios de Altair, Olímpia, Bebedouro e Analândia (Quadro 1), durante o período de 2003 a 2005.

Os talhões de baixa frequência de resistência a hexythiazox (OLI-1, BEB-1, ANA-1) foram submetidos a dois tratamentos: (1) presença de seleção com hexythiazox seguida pelo uso de um acaricida alternativo e (2) ausência completa de pressão de seleção com hexythiazox. Para o tratamento 1 foi realizada a 1ª pulverização com hexythiazox (3 g do produto comercial/100 L H₂O) (Savey® PM, 500 g de hexythiazox/kg do produto comercial, formulação pó molhável, Du Pont do Brasil S.A.) e a 2ª pulverização com spiroticlofen (20 ml do produto comercial/100 L H₂O) (Envidor®, 240 ml de spiroticlofen/L do produto comercial, formulação suspensão concentrada, Bayer Cropscience Ltda). Para o tratamento 2 foi realizada a 1ª pulverização com cyhexatin (50 ml do produto comercial/100 L H₂O) (Sipcatin® 500 SC, 500 ml de cyhexatin/L do produto comercial, formulação suspensão concentrada, Sipcam Agro S.A.) e a 2ª pulverização com o dicofol (77 ml do produto comercial/100 L H₂O) (Kelthane® 480, 480 ml de dicofol/L do produto comercial, formulação concentrado emulsionável, Dow Agrosiences Ltda). Os talhões com alta frequência de resistência a hexythiazox (ALT-1, OLI-2 e BEB-2) foram mantidos na ausência completa de pressão de seleção com hexythiazox, utilizando cyhexatin (50 ml do produto comercial/100 L H₂O) na 1ª pulverização, e spiroticlofen na 2ª pulverização (40 ml do produto comercial/100 L H₂O). A área destinada para cada tratamento foi composto por aproximadamente 100 árvores, sendo mantida entre as áreas uma bordadura de 1 fileira de plantas para evitar contaminação.

As pulverizações foram realizadas por meio de turbo atomizador com volume de calda de 10 a 25 litros/planta, dependendo do espaçamento entre plantas e da altura das plantas. Após as pulverizações foram realizadas avaliações mensais para acompanhar o nível de infestação para cada tratamento. Para tanto, foram vistoriadas 10 árvores por tratamento, o que correspondeu a aproximadamente 10% da área de cada tratamento. Foram vistoriados três frutos por árvore, sendo considerados infestados os frutos com pelo menos um ácaro. A pulverização de acaricidas para o controle do ácaro-da-leprose nos diferentes tratamentos foi realizada quando o nível de infestação atingiu 10%. Nesse momento, as inspeções foram intensificadas para a coleta de frutos com ácaros em um determinado tratamento, antes da pulverização do acaricida. Os frutos com ácaros de cada tratamento foram levados para o laboratório para a multiplicação por no mínimo uma geração (metodologia descrita no item 2.2.2), e para posterior estimativa da frequência de resistência a hexythiazox (metodologia descrita no item 2.2.3), anteriormente a cada pulverização

de acaricida nos diferentes tratamentos. Para cada população de ácaro-da-leprose coletada, os bioensaios de concentração discriminatória foram repetidos de quatro a oito vezes.

Para avaliar as mudanças nas frequências de resistência estimadas para cada tratamento ao longo do tempo em cada localidade, os dados percentuais de frequência de resistência (X) obtidos para cada repetição foram transformados para $\arcsen\sqrt{(X/100)}$ e submetidos à análise de variância. As médias de frequência de resistência foram comparadas pelo teste de Tukey. O nível de significância dos testes foi de $\alpha = 0,05$.

2.2.6 Mistura de acaricidas no manejo da resistência de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox

2.2.6.1 Persistência da atividade biológica de acaricidas

O estudo da persistência da atividade biológica de acaricidas foi conduzido mediante a pulverização de acaricidas no pomar de laranja da variedade Valência do departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP e coletas periódicas de frutos pulverizados para avaliar o crescimento populacional de linhagens S e R em condições de laboratório.

Foram avaliados cinco tratamentos: (1) hexythiazox (3 g do produto comercial/100L H₂O), (2) cyhexatin (50 ml do produto comercial/100 L H₂O), (3) dicofol (77 ml do produto comercial/100L H₂O), (4) mistura de hexythiazox (1,5 g do produto comercial/100L H₂O) com cyhexatin (25 ml do produto comercial/100 L H₂O) e (5) mistura de hexythiazox (1,5 g do produto comercial/100L H₂O) com dicofol (77 ml do produto comercial/100L H₂O).

As pulverizações dos frutos no pomar foram realizadas utilizando bomba de ar comprimido com bico cônico. Foram pulverizados frutos localizados no terço médio da planta. Cada fruto foi marcado utilizando fita adesiva. Para cada tratamento foram marcados e pulverizados 70 frutos, totalizando aproximadamente 45 árvores. Cada árvore foi submetida a um tratamento, sendo os tratamentos distribuídos ao acaso. A coleta de frutos foi realizada 1, 7, 18, 35, 65 e 95 dias após a aplicação. Foram coletados no máximo quatro frutos por árvore em cada coleta, sendo delimitada a superfície exposta à pulverização. Esses frutos foram levados ao laboratório, onde foram parafinados, deixando-se na área delimitada uma arena de aproximadamente 10 cm². Essa arena foi circundada por uma fita plástica de 2 cm de largura, funcionando como suporte para a camada de algodão hidrófilo umedecida com água destilada

para confinar os ácaros na arena. Para cada tratamento foram separados 10 frutos para a linhagem S e 10 frutos para a linhagem R. Antes da transferência dos ácaros para as arenas, essas foram verificadas para eliminação de qualquer estágio de desenvolvimento do ácaro-da-leprose. Em seguida, foram transferidas 10 fêmeas adultas de uma determinada linhagem em cada fruto, com o auxílio de um pincel com um pêlo e um microscópio estereoscópico. Esses frutos foram acondicionados em placas de isopor de 40×30 cm com 12 orifícios e mantidos em sala climatizada à 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas. A avaliação foi realizada 25 dias após a transferência, sendo contados o número de indivíduos vivos (ovos, larvas, ninfas e adultos) para avaliar o crescimento populacional.

O crescimento populacional foi estimado utilizando a taxa instantânea de crescimento (r_i) (STARK et al., 1997; STARK; BANKS, 2003), calculado a partir da seguinte equação:

$$r_i = \ln (N_f / N_o) / \Delta t, \text{ onde:}$$

N_f é o número final de indivíduos, N_o é o número inicial de indivíduos, e Δt é o número de dias. Valor positivo de r_i indica crescimento populacional e $r_i = 0$ indica uma população estável, enquanto que um valor negativo de r_i indica que a população declina, existindo efeito do resíduo do tratamento pulverizado.

As médias relativas ao número de ácaros foram submetidas à análise de variância de três fatores (acaricidas, idade de resíduo e linhagens) com interações. Para avaliar as mudanças na média de ácaros dentro de cada idade de resíduo, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey. O nível de significância dos testes foi de $\alpha = 0,05$.

2.2.6.2 Experimento em condições de campo

A avaliação da utilização de mistura de acaricidas no manejo da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox foi realizada em três talhões de pomares comerciais de citros que apresentaram baixa frequência de resistência (OLI-1, BEB-1, ANA-1) (Quadro 1), durante os anos de 2003 e 2004.

Esse experimento foi constituído por cinco tratamentos: (1) hexythiazox (3 g do produto comercial/100L H₂O), (2) cyhexatin (50 ml do produto comercial/100 L H₂O), (3) dicofol (77 ml do produto comercial/100L H₂O), (4) mistura de hexythiazox (1,5 g do produto comercial/100L H₂O) com cyhexatin (25 ml do produto comercial/100 L H₂O) e (5) mistura de hexythiazox (1,5 g do produto comercial/100L H₂O) com dicofol (77 ml do produto comercial/100L H₂O). Cada tratamento foi composto por aproximadamente 100 plantas, sendo que entre os tratamentos foi mantida uma bordadura de uma fileira de plantas para evitar contaminação.

Após a estimativa da frequência inicial de resistência a hexythiazox, os acaricidas do diferentes tratamentos foram pulverizados com o auxílio de um turbo atomizador. O volume de calda variou entre 10,0 a 12,5 litros/planta, dependendo do espaçamento entre plantas e da altura das plantas. Foram realizadas avaliações mensais da infestação de *B. phoenicis*, segundo o mesmo procedimento descrito no item 2.2.5.2. Após a criação de *B. phoenicis* por pelo menos uma geração no laboratório, a estimativa da frequência de resistência a hexythiazox foi realizada com o método de bioensaio de contato direto sobre ovos descrito no item 2.2.2. Foram realizadas de quatro a oito repetições por tratamento.

Para avaliar as mudanças nas frequências de resistência estimadas para cada tratamento em cada localidade, os dados percentuais de frequência de resistência (X) obtidos para cada repetição foram transformados para $\arcsen \sqrt{(X/100)}$ e submetidos à análise de variância. As médias de frequência de resistência foram comparadas pelo teste de Tukey. O nível de significância dos testes foi de $\alpha = 0,05$.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Resistência cruzada entre hexythiazox e cyhexatin em *Brevipalpus phoenicis*

Não foi verificada a presença de resistência cruzada entre hexythiazox e cyhexatin em *B. phoenicis* nas fases de larva e adulto. Para a fase de ovo foram testadas 5 concentrações espaçadas logaritmicamente entre 18 e 180 mg de cyhexatin/L de água [I.A. (ppm)], porém as curvas de concentração-resposta para as linhagens S e R não foram confeccionadas, pois a viabilidade de ovos em todas as concentrações utilizadas foi de 100%, evidenciando que

cyhexatin não apresenta ação ovicida. No entanto, todas as larvas que eclodiram nas concentrações testadas morreram ao entrarem em contato com o resíduo do produto.

Para a fase de larva foram testadas 664 e 915 larvas para cada linhagem, respectivamente. Para a linhagem S a CL_{50} estimada foi de 1,04 mg de cyhexatin/L de água [I.A. (ppm)] (I.C. 95% 0,93-1,17), coeficiente angular ($\pm$ desvio padrão) de 2,57 ($\pm$ 0,32), χ^2 de 1,42, graus de liberdade (g.l.) =4, $P > 0,05$. Para a linhagem R a CL_{50} estimada foi de 0,92 mg de cyhexatin/L de água [I.A. (ppm)] (I.C. 95% 0,81-1,34), coeficiente angular ($\pm$ desvio padrão) de 2,49 ($\pm$ 0,32), χ^2 de 3,34, graus de liberdade (g.l.) =4, $P > 0,05$. Para verificar a existência de resistência cruzada entre as duas linhagens foi realizado o teste de igualdade e paralelismo entre as curvas de concentração-mortalidade para as duas linhagens testadas. A hipótese de igualdade entre as linhas de regressão estimadas para as linhagens S e R foi aceita para a fase de larva ($\chi^2 = 0,78$; g.l. =2; $P > 0,05$), verificando-se a sobreposição dos intervalos de confiança das CL_{50} s (Tabela 1). Também foi aceita a hipótese de igualdade pelo teste de paralelismo ($\chi^2 = 0,41$; g.l. =1; $P > 0,05$) (Figura 1).

Para a fase adulta foram testados 702 e 855 indivíduos para as linhagens S e R, respectivamente. Para a linhagem S a CL_{50} estimada foi de 46,14 mg de cyhexatin/L de água [I.A. (ppm)] (I.C. 95% 38,08-55,62) e coeficiente angular ($\pm$ desvio padrão) de 3,21 ($\pm$ 0,19), χ^2 de 9,70, graus de liberdade (g.l.) =3, $P > 0,05$. Para a linhagem R a CL_{50} estimada foi de 50,92 mg de cyhexatin/L de água [I.A. (ppm)] (I.C. 95% 42,53-60,89) e coeficiente angular ($\pm$ desvio padrão) de 3,04 ($\pm$ 0,18), χ^2 de 16,28, graus de liberdade (g.l.) =3, $P > 0,05$. Para a fase adulta a hipótese de igualdade entre as linhas de regressão estimada foi aceita ($\chi^2 = 2,24$; g.l. = 2; $P > 0,05$), verificando sobreposição dos intervalos de confiança das CL_{50} s (Tabela 1), também foi aceita a hipótese de igualdade pelo teste de paralelismo ($\chi^2 = 3,61$; g.l. =2; $P > 0,05$) (Figura 2).

Tabela 1 - Respostas de concentração-mortalidade das linhagens de *Brevipalpus phoenicis* suscetível (S) e resistente (R) a hexythiazox quando testadas com cyhexatin para as fases de desenvolvimento larval e adulta

Fase	Linhagem	n^a	CL ₅₀ (mg I.A./L) (95% IC)	Coef. Angular $\pm$ erro padrão	RR ^b	Interpretação da resistência cruzada
Larva	S	664	1,04 (0,93-1,17)	2,57 $\pm$ 0,32	..	..
	R	915	0,92 (0,82-1,34)	2,49 $\pm$ 0,32	0,88	ausente
Adulto	S	702	46,14 (38,08-55,62)	3,21 $\pm$ 0,19	..	..
	R	855	50,92 (42,53-60,89)	3,04 $\pm$ 0,18	0,95	ausente

^a Número de ácaros testados

^b Razão de resistência

Hexythiazox é uma acaricida pertencente ao grupo dos reguladores de crescimento com ação ovicida e larvicida, atuando provavelmente na inibição da biosíntese de quitina, um mecanismo similar ao do acaricida clofentezine (BAILLOD; GUIGNARD; ANTONIN, 1986; HOY; OUYANG, 1986). A resistência cruzada entre hexythiazox e clofentezine já foi reportada para as principais espécies de ácaros tetraniquídeos, como *T. urticae* (GOUGH, 1990; HERRON; EDGE; ROPHAIL, 1993; NAUEN et al., 2001), *P. ulmi* (GROSSCURT; WIXLEY; TER HAAR, 1994; PREE; BITTNER; WHITTY, 2002; NAUEN et al., 2001; THWAITE, 1991) e *P. citri* (YAMAMOTO et al., 1995b). Contudo, Reissig e Hull (1991) reportaram uma população de *P. ulmi* resistente ao hexythiazox, porém suscetível ao clofentezine.

Já o acaricida cyhexatin pertence ao grupo dos acaricidas organoestânicos que atuam na inibição da fosforilação oxidativa (ocorre o transporte de elétrons, mas não ocorre a formação de ATP) (CORBET; WRIGHT; BAILLIE, 1984; WARE, 1991). Casos referentes à resistência cruzada entre os acaricidas reguladores de crescimento (hexythiazox e clofentezine) e acaricidas

organoestânicos (cyhexatin, óxido de fenbutatin e azocyclotin) já foram detectados. Flexner et al. (1995) estudaram em condições de campo a utilização dos acaricidas hexythiazox e cyhexatin em rotação para o controle de *T. urticae* em pereira, verificando que a resistência de *T. urticae* a cyhexatin conferiu resistência cruzada a hexythiazox. Pree; Bittner e Whitty (2002) estudaram a suscetibilidade de uma população de *P. ulmi* resistente a clofentezine (intensidade de resistência superior a 2.000 vezes) e a hexythiazox (intensidade de resistência de 140 vezes) coletada em pomar de maçã no Canadá e verificaram que essa população apresentou resistência cruzada com os acaricidas organoestânicos cyhexatin e óxido de fenbutatin. Apesar desses trabalhos reportarem a existência de resistência cruzada entre hexythiazox e acaricidas organoestânicos, esses resultados poderiam ser devido à resistência múltipla, ou seja, diferentes mecanismos de resistência coexistentes nas populações de ácaros avaliadas.

Devido à ausência de resistência cruzada entre hexythiazox e cyhexatin em *B. phoenicis* no presente estudo, cyhexatin mostrou-se viável para ser utilizado em rotação ou mistura de acaricidas em programas de manejo de *B. phoenicis*. No entanto, se a pressão de seleção com hexythiazox e cyhexatin for alta, há possibilidade de seleção de linhagens de *B. phoenicis* resistentes aos dois acaricidas, principalmente mediante a estratégia da mistura desses acaricidas, principalmente devido à reprodução predominantemente por partenogênese telitoca (HELLE; BOLLAND; HEITMANS, 1980) e baixa dispersão relativa de *B. phoenicis* (ALVES; CASARIN; OMOTO, 2005). Portanto, como as opções de acaricidas para o controle de *B. phoenicis* é relativamente escassa na citricultura brasileira, a escolha de acaricidas deve ser realizada de forma mais criteriosa possível. A realização do monitoramento da resistência para a escolha do(s) produto(s) baseado nos diferentes mecanismos de ação de acaricidas pode auxiliar no manejo da resistência de *B. phoenicis* a acaricidas.

Figura 1 - Curvas de concentração-mortalidade para a fase larval das linhagens de *Brevipalpus phoenicis* suscetível (S) e resistente (R) a hexythiazox testados com cyhexatin

Figura 2 - Curvas de concentração-mortalidade para a fase adulta das linhagens de *Brevipalpus phoenicis* suscetível (S) e resistente (R) a hexythiazox testados com cyhexatin

2.3.2 Estabilidade da resistência de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox

2.3.2.1 Biologia das linhagens de *Brevipalpus phoenicis* suscetível e resistente a hexythiazox em condições de laboratório

No estudo para a avaliação do custo adaptativo associado à resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox, não foram verificadas diferenças significativas entre as linhagens S e R quanto à duração dos estágios de ovo a adulto, e também quanto ao tempo de desenvolvimento de ovo a adulto (Tabela 2). Não foram observadas diferenças significativas entre as linhagens quanto à duração média dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós, assim como no número de ovos por fêmea (Tabela 3). E, também não foram observadas diferenças significativas na duração média da longevidade e do ciclo completo para as duas linhagens testadas (Tabela 4).

Tabela 2 - Duração média $\pm$ erro padrão da média (em dias) dos estágios embrionário e pós-embrionário das linhagens de *Brevipalpus phoenicis* suscetível e resistente a hexythiazox à 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Estágio de desenvolvimento	Linhagem			
	<i>n</i>	Suscetível	<i>n</i>	Resistente
Ovo	50	$7,33 \pm 0,04$ a	50	$7,26 \pm 0,05$ a
Larva	50	$1,78 \pm 0,12$ a	50	$1,56 \pm 0,03$ a
Protocrisálida	49	$1,88 \pm 0,06$ a	49	$2,03 \pm 0,07$ a
Protoninfa	49	$1,51 \pm 0,06$ a	49	$1,68 \pm 0,04$ a
Deutocrisálida	49	$2,05 \pm 0,06$ a	49	$2,05 \pm 0,04$ a
Deutoninfa	48	$2,02 \pm 0,04$ a	49	$2,20 \pm 0,06$ a
Teliocrisálida	47	$2,67 \pm 0,12$ a	48	$2,80 \pm 0,09$ a
Ovo-adulto	45	$19,26 \pm 0,25$ a	48	$19,57 \pm 0,19$ a

n = Número de observações

Médias na mesma linha seguidas por mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste t ($P < 0,05$)

Tabela 3 - Duração média $\pm$ erro padrão da média (em dias) dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição e número de ovos por fêmea das linhagens de *Brevipalpus phoenicis* suscetível e resistente a hexythiazox à 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Períodos	Linhagem			
	<i>n</i>	Suscetível	<i>n</i>	Resistente
Pré-oviposição	45	$2,68 \pm 0,12$ a	48	$2,47 \pm 0,07$ a
Oviposição	45	$44,04 \pm 3,25$ a	48	$41,77 \pm 3,43$ a
Pós-oviposição	45	$2,53 \pm 0,41$ a	48	$4,25 \pm 0,85$ a
Nº ovos/fêmea	45	$59,54 \pm 5,29$ a	48	$65,18 \pm 5,06$ a

n = Número de observações

Médias na mesma linha seguida por mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste t ($P < 0,05$)

Tabela 4 - Duração média $\pm$ erro padrão da média (em dias) da longevidade e do ciclo completo das linhagens de *Brevipalpus phoenicis* suscetível e resistente a hexythiazox à 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Períodos	Linhagem	
	Suscetível	Resistente
<i>n</i>	45	48
Longevidade	$49,20 \pm 5,01$ a	$48,41 \pm 5,89$ a
Ciclo completo	$68,45 \pm 3,21$ a	$67,99 \pm 3,52$ a

n = Número de observações

Médias na mesma linha seguida por mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste t ($P < 0,05$)

A partir dos dados obtidos no estudo da biologia foram elaboradas as tabelas de vida e fertilidade para as linhagens S e R (Tabela 5). A linhagem resistente apresentou uma maior taxa líquida de reprodução (R_0), sendo de 64,13 para a linhagem S e 73,00 para a linhagem R (Figura 4). Não foi observada diferença na duração média de uma geração para a linhagem S (41,78 dias) comparada com a linhagem R (42,86 dias) (Figura 3). A razão finita de aumento (λ) e a capacidade inata de aumentar em número (r_m) foram semelhantes para as duas linhagens.

Os dados observados nesse trabalho demonstram não existir diferenças entre as duas linhagens para os parâmetros biológicos avaliados condições de laboratório. Esses dados corroboram com estudo de dinâmica da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox realizada em laboratório na ausência de pressão de seleção e de imigração realizado por Campos e Omoto (2002), onde foram estabelecidas três populações com diferentes frequências de resistência (20% S + 80% R, 50% S + 50% R e 80% S + 20% R), onde ao final de seis meses de avaliação da frequência de resistência ao hexythiazox a resistência foi estável para as três populações.

Trabalhos de custo adaptativo de ácaros associado à resistência a hexythiazox têm mostrado resultados bastante distintos. Herron e Rophail (1993) estudaram o efeito da resistência aos acaricidas clofentezine e hexythiazox nos parâmetros biológicos de *T. urticae*. Esses autores observaram que a média de ovos produzidos pela linhagem suscetível foi muito maior do que pela linhagem resistente, porém não foram encontradas diferenças significativas com relação aos demais parâmetros biológicos, concluindo que essa diferença entre as linhagens S e R poderia causar a instabilidade da resistência. Já Yamamoto et al. (1995a) estudaram a influência da resistência a hexythiazox nos parâmetros biológicos do ácaro-vermelho-dos-citros *P. citri* para as linhagens S e R nas temperaturas de 25 e 35 °C, e observaram a presença de uma pequena diferença na capacidade inata de aumentar em número (r_m), porém essas diferenças não foram significativas entre as linhagens S e R à temperatura de 25 °C. Já à 35 °C, a desvantagem da linhagem resistente ficou mais evidente, sendo que o valor de r_m foi de 0,1187 e 0,0123 para as linhagens S e R respectivamente.

Dessa forma, em condições de campo os resultados podem ser muito variáveis, pois o potencial reprodutivo pode variar dependendo de vários fatores intrínsecos, como fatores genéticos e de potencial reprodutivo; e extrínsecos, tais como: temperatura, umidade, predação, competição, qualidade da aplicação de acaricidas, e vários outros fatores relacionados com a planta hospedeira (YAMAMOTO et al., 1995b).

A presença de custo adaptativo associado à resistência é considerada fundamental para a implementação de um programa de manejo da resistência, sendo uma das premissas para a eficiência da estratégia de rotação de acaricidas, além de retardar a evolução da resistência (TABASHNIK, 1990). A presença de alelos resistentes não está sempre associada à diminuição do custo adaptativo quando se considera um longo período de tempo (HOY; COMLEY, 1989; HOY, 1990; ROUSH; DALY, 1990). A coadaptação com o passar do tempo pode diminuir as diferenças entre os indivíduos suscetíveis e resistentes, podendo chegar a um ponto em que essas diferenças se tornam imperceptíveis.

Tabela 5 - Parâmetros biológicos obtidos através da tabela de vida e fertilidade para as linhagens de *Brevipalpus phoenicis* suscetível e resistente a hexythiazox: taxa líquida de reprodução (R_o), duração média de uma geração (T), capacidade inata de aumentar em número (r_m) e razão finita de aumento (λ)

Parâmetros biológicos	Linhagens	
	Suscetível	Resistente
R_o	64,13	73,00
T	41,78	42,86
r_m	0,099	0,100
λ	1,104	1,105

Figura 3 - Sobrevivência de fêmeas (lx) das linhagens de *Brevipalpus phoenicis* suscetível (S) e resistente (R) a hexythiazox, à 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Figura 4 - Fecundidade acumulada das linhagens de *Brevipalpus phoenicis* suscetível (S) e resistente (R) a hexythiazox, à 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

2.3.2.2 Dinâmica da resistência de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox em condições de campo

O estudo da dinâmica da resistência a hexythiazox em talhões de citros com baixa frequência de resistência demonstrou que a pressão de seleção com o hexythiazox resultou no aumento da frequência de resistência; e, posteriormente, com a pulverização de um outro acaricida com mecanismo de ação distinto ao de hexythiazox, a frequência de resistência abaixou a níveis próximos à frequência inicial, ou seja, antes da pulverização com hexythiazox (Tabela 6). A redução na frequência de resistência ficou mais evidente no tratamento sem pressão de seleção com hexythiazox durante um período aproximado de 2 anos para todas as localidades avaliadas (Tabela 7).

No talhão OLI-1, após a pulverização com hexythiazox, a frequência de resistência aumentou de 14,5 para 18,4%, não ocorrendo diferença significativa entre a frequência inicial e a estimada após a 1ª pulverização. Após a pulverização com spiroticlofen, a frequência de resistência caiu para 7,2% em um período de 21 meses (Figura 5). No talhão BEB-1, a pressão de seleção com hexythiazox fez com que a frequência de resistência dobrasse, passando de 10,4 para 22,3%. Após a 2ª pulverização com spiroticlofen, a frequência de resistência foi reduzida para 7,8% em um período de 13 meses (Figura 6). Essa frequência não diferiu estatisticamente da frequência inicial de resistência nesse talhão. Essa mesma tendência foi observada para o talhão ANA-1, sendo que após a pulverização com hexythiazox, a frequência de resistência dobrou, passando de 8,11 para 17,8%, e após a pulverização de spiroticlofen, a frequência reduziu para o valor de 5,1% em um período de 23 meses (Figura 7), não diferindo estatisticamente da frequência inicial.

Para o tratamento sem pressão de seleção com o hexythiazox nos talhões com baixa frequência de resistência inicial foram aplicados dois acaricidas com mecanismos de ação distintos ao de hexythiazox, isto é, o cyhexatin (1ª pulverização) e o dicofol (2ª pulverização). Após as duas pulverizações ocorreu o restabelecimento da suscetibilidade de *B. phoenicis* a hexythiazox, ou seja, houve decréscimo na frequência de resistência a níveis próximos ao da frequência inicial, após 11 a 15 meses do início do experimento (Figuras 5, 6 e 7).

Tabela 6 – Variação na frequência de resistência ($\pm$ erro padrão da média) de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox, na presença de pressão de seleção com o hexythiazox, seguido pelo uso de um acaricida alternativo, em talhões com baixa frequência inicial de resistência

Localidade	Frequência de resistência a hexythiazox (%) $\pm$ EPM		
	Antes da Pulverização	Após 1 ^a Pulverização ^a	Após 2 ^a Pulverização ^b
OLI-1	14,5 $\pm$ 2,32 ab	18,4 $\pm$ 2,22 a	7,2 $\pm$ 0,56 b
	<i>F</i>	11,18	
	Graus de liberdade	2; 9	
	<i>P</i>	0,0036	
BEB-1	10,8 $\pm$ 3,57 b	22,3 $\pm$ 4,778 a	7,8 $\pm$ 1,72 b
	<i>F</i>	7,11	
	Graus de liberdade	2; 9	
	<i>P</i>	0,0140	
ANA-1	8,1 $\pm$ 1,24 b	17,8 $\pm$ 3,45 a	5,1 $\pm$ 5,12 b
	<i>F</i>	12,54	
	Graus de liberdade	2; 9	
	<i>P</i>	0,0025	

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

^a Hexythiazox

^b Spirodiclofen

Tabela 7 – Variação na frequência de resistência ($\pm$ erro padrão da média) de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox, na ausência de pressão de seleção com hexythiazox, em talhões com baixa frequência inicial de resistência

Identificação	Frequência de resistência a hexythiazox (%) $\pm$ EPM		
	Antes da Pulverização	Após 1 ^a Pulverização ^a	Após 2 ^a Pulverização ^b
OLI-1	14,5 $\pm$ 2,32 a	0,00 $\pm$ 0,00 b	1,5 $\pm$ 0,56 b
	<i>F</i>	2121,57	
	Graus de liberdade	2; 9	
	<i>P</i>	<0,0001	
BEB-1	10,4 $\pm$ 3,57 a	0,0 $\pm$ 0,00 b	0,0 $\pm$ 0,00 b
	<i>F</i>	100,00	
	Graus de liberdade	2; 9	
	<i>P</i>	<0,0001	
ANA-1	8,1 $\pm$ 1,24 a	0,0 $\pm$ 0,00 b	0,0 $\pm$ 0,00 b
	<i>F</i>	433,52	
	Graus de liberdade	2; 9	
	<i>P</i>	<0,001	

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

^a Cyhexatin

^b Dicofol

Figura 5 - Dinâmica da resistência de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox no talhão de citros com baixa frequência inicial de resistência em Olímpia-SP (OLI-1), na presença (tratamento 1) e ausência (tratamento 2) de pressão de seleção com hexythiazox. Dados de frequência de resistência estimados com bioensaio de concentração discriminatória de 18 mg de hexythiazox/L de água, no período de 2003 a 2005. As setas indicam o momento das pulverizações

Figura 6 - Dinâmica da resistência de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox no talhão de citros com baixa frequência inicial de resistência em Bebedouro-SP (BEB-1), na presença (tratamento 1) e ausência (tratamento 2) de pressão de seleção com hexythiazox. Dados de frequência de resistência estimados com bioensaio de concentração discriminatória de 18 mg de hexythiazox/L de água, no período de 2003 a 2005. As setas indicam o momento das pulverizações

Figura 7 - Dinâmica da resistência de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox no talhão de citros com baixa frequência inicial de resistência em Analândia-SP (ANA-1), na presença (tratamento 1) e ausência (tratamento 2) de pressão de seleção com hexythiazox. Dados de frequência de resistência estimados com bioensaio de concentração discriminatória de 18 mg de hexythiazox/L de água, no período de 2003 a 2005. As setas indicam o momento das pulverizações

A partir dos estudos da dinâmica da resistência a hexythiazox em talhões de citros com alta frequência de resistência, foi verificada que a frequência de resistência declinou na ausência de pressão de seleção com o hexythiazox em condições de campo (Tabela 8 e Figura 8). No talhão ALT-1, após a pulverização de cyhexatin, a frequência de resistência caiu de 65,6 para 35,8%. Após a 2^a pulverização com spirodiclofen, a frequência de resistência passou para 29,10% no período de 16 meses desde a 1^a pulverização. No talhão OLI-2, a frequência de resistência também diminuiu com a utilização do cyhexatin, passando de 68,3 para 52,4%, porém essas diferenças não foram significativas. Após a pulverização com o spirodiclofen nesse talhão, a frequência de resistência caiu para 21,2% em um período de 19 meses a partir da 1^a pulverização. A mesma tendência foi observada para o talhão BEB-2, onde a frequência de resistência inicial caiu de 95,8 para 87,1% após a pulverização com cyhexatin, não diferindo estatisticamente; porém, com a pulverização de spirodiclofen, a frequência de resistência declinou para 49,5% em um período de 15 meses a partir da 1^a pulverização.

Tabela 8 – Variação na frequência de resistência ($\pm$ erro padrão da média) de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox, na ausência de pressão de seleção com hexythiazox, em talhões com alta frequência inicial de resistência

Localidade	Frequência de resistência a hexythiazox (%) $\pm$ EPM		
	Antes da Pulverização	Após 1 ^a Pulverização ^a	Após 2 ^a Pulverização ^b
ALT-1	65,6 $\pm$ 3,95 a	35,8 $\pm$ 2,36 b	29,1 $\pm$ 2,83 b
	<i>F</i>	33,86	
	Graus de liberdade	2; 9	
	<i>P</i>	<0,0001	
OLI-2	68,3 $\pm$ 1,92 a	52,4 $\pm$ 4,30 a	21,2 $\pm$ 4,77 b
	<i>F</i>	27,53	
	Graus de liberdade	2; 9	
	<i>P</i>	0,0003	
BEB-2	95,8 $\pm$ 2,80 a	87,1 $\pm$ 3,40 a	49,5 $\pm$ 3,88 b
	<i>F</i>	55,66	
	Graus de liberdade	2; 9	
	<i>P</i>	< 0,0001	

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

^a Cyhexatin

^b Spirodiclofen

Figura 8 - Dinâmica da resistência de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox, na ausência de pressão de seleção com hexythiazox, em talhões de citros com alta frequência inicial de resistência. Dados de frequência de resistência estimados com bioensaio de concentração discriminatória de 18 mg de hexythiazox/L de água, no período de 2003 a 2005. As setas indicam o momento da realização das pulverizações

Embora a resistência tenha sido estável em condições de laboratório na ausência de pressão de seleção e de imigração de indivíduos suscetíveis (CAMPOS; OMOTO, 2002), e também não tenha sido observada diferenças significativas entre os parâmetros biológicos avaliados para as linhagens S e R no presente estudo (item 2.3.2.1), os resultados da dinâmica da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox em condições de campo evidenciaram que a resistência foi instável.

Estudo da estabilidade da resistência de *P. citri* a hexythiazox realizado por Yamamoto et al. (1996) mostraram que populações com alta frequência inicial de indivíduos resistentes (90 e 98%) mostraram-se estáveis após 12 gerações, em condições de laboratório, no entanto populações com frequência mais baixa (50 e 70%) apresentaram uma rápida reversão da resistência após apenas três gerações, também em condições de laboratório. No entanto em estudo da dinâmica em campo esses autores observaram uma reversão gradual na frequência de resistência na ausência de pressão de seleção após 33 meses, atribuindo essa reversão à imigração de indivíduos suscetíveis e aos indivíduos suscetíveis remanescentes no pomar.

Portanto, esse estudo revelou que a resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox é instável em condições de campo. Essa instabilidade da resistência é uma característica que permite ser explorada em programas de manejo da resistência (GEORGHIOU, 1983). Nos talhões com baixa frequência de resistência (<20%) a hexythiazox, o período de controle proporcionado foi satisfatório (5 a 10 meses). Os dados obtidos no presente trabalho também confirmam que a utilização de acaricidas alternativos, que possuam mecanismos de ação distintos ao de hexythiazox, em rotação, é uma estratégia bastante efetiva de manejo da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox. Nos talhões com alta frequência de resistência a hexythiazox (>60%), a utilização de acaricidas alternativos resultou na diminuição gradual da frequência de resistência.

Vale salientar que os dados obtidos nesse trabalho não devem ser extrapolados para todos os talhões onde há problemas com a resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox. O período mínimo de restabelecimento da suscetibilidade a hexythiazox pode variar de talhão para talhão, pois a diminuição da frequência de resistência depende não apenas da escolha dos acaricidas a serem utilizados em rotação ou mistura, mas também de fatores climáticos e aspectos bioecológicos da praga, tais como crescimento e estrutura populacional, imigração de indivíduos suscetíveis, preservação de inimigos naturais da praga, dentre outros. Portanto, é de fundamental importância realizar o monitoramento da suscetibilidade dos ácaros em cada talhão de citros para

a tomada de decisão no momento da escolha dos acaricidas a serem utilizados para o manejo de *B. phoenicis*.

2.3.3 Mistura de acaricidas no manejo da resistência de *Brevipalpus phoenicis* a hexythiazox

2.3.3.2 Persistência da atividade biológica de acaricidas

As persistências da atividade biológica dos acaricidas hexythiazox, cyhexatin e dicofol foram distintas mediante a avaliação do crescimento populacional (r_i) das linhagens S e R de *B. phoenicis*, 25 dias após a infestação dos frutos com diferentes idades do resíduo dos acaricidas. Por outro lado, as misturas de hexythiazox com cyhexatin ou com dicofol proporcionaram uma maior redução no crescimento populacional quando comparada com a utilização dos produtos de forma isolada. A interação tratamento, idade de resíduo e linhagens foi significativa ($F=9,31$; g.l. =15; 361; $P<0,0001$).

Para a linhagem S, a persistência dos acaricidas hexythiazox, cyhexatin e dicofol quando utilizados isoladamente, levaram a linhagem à extinção em resíduos de 1 e 7 dias de idade; isto é, nas avaliações realizadas 25 dias após a infestação dos frutos não foram observados ácaro vivos. Em resíduos de 35 dias, as persistências dos tratamentos com hexythiazox e cyhexatin isolados foram semelhantes, diferindo estatisticamente do tratamento com dicofol. Aos 65 dias após a pulverização, as persistências desses tratamentos foram semelhantes e aos 95 dias após a pulverização não diferiram do controle (Tabela 9) (Figura 9).

Para o tratamento com o hexythiazox foi observado que para a linhagem S o crescimento populacional ocorreu a partir de resíduo de 18 dias de idade, porém atingindo o mesmo nível de crescimento do controle somente em resíduo de 95 dias. Já para a linhagem R, o crescimento populacional foi observado desde o resíduo de 1 dia, e a partir de resíduo de 7 dias, o crescimento populacional não diferiu do controle (Tabela 10). Esses dados evidenciam que em condições de alta frequência de resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox, esse acaricida não pode ser utilizado, ressaltando assim a necessidade da realização de monitoramento da resistência para a escolha de qual acaricida utilizar para evitar falhas no controle.

Os acaricidas cyhexatin e dicofol utilizados isoladamente levaram a linhagem R à extinção em resíduos de até 18 e 7 dias respectivamente. Em resíduos de 35 dias de idade, esses

dois tratamentos não diferiram entre si; no entanto, em resíduo de 65 dias, apenas o tratamento com dicofol diferiu do controle, e em resíduo de 95 dias foi semelhante ao controle (Figura 10).

As misturas de hexythiazox com cyhexatin e hexythiazox com dicofol levaram as linhagens S e R à extinção em resíduos de até 18 dias de idade. Em resíduos de 35 dias, a mistura de hexythiazox com cyhexatin foi mais persistente do que a mistura de hexythiazox com dicofol. A partir de resíduo de 65 dias, as duas misturas não diferiram do controle.

Nas misturas utilizadas nesse trabalho, a dose de hexythiazox utilizada foi metade da dose recomendada pelo fabricante. A dose de cyhexatin utilizado em mistura também foi metade da recomendada pelo fabricante, enquanto a de dicofol foi a dose recomendada. A mistura de hexythiazox com cyhexatin foi mais persistente do que a utilização do cyhexatin sozinho, dessa forma a utilização dessa mistura mostrou-se eficiente, sendo que para as duas linhagens testadas em resíduo de 35 dias, o crescimento populacional no tratamento da mistura foi menor do que no tratamento com cyhexatin isolado. Dessa forma a utilização da mistura de hexythiazox com cyhexatin apresentou maior persistência do que os componentes da mistura utilizados isoladamente. Já para a mistura de hexythiazox com dicofol, o crescimento populacional em resíduo de 35 dias foi semelhante ao crescimento populacional nos tratamentos de cyhexatin e dicofol isolados.

Dentre as premissas que devem ser obedecidas para que a utilização da mistura de agrotóxicos seja eficiente no manejo da resistência estão que a persistência biológica dos produtos utilizados em mistura seja semelhante e a mistura deve proporcionar alta mortalidade da praga (CURTIS, 1985; COMINS, 1986; MANI, 1985; TABASHNIK, 1990). Os dados obtidos nesse trabalho mostram que para a linhagem S a persistência dos acaricidas hexythiazox e cyhexatin foi semelhante, dessa forma a utilização da mistura entre esses dois acaricidas poderia ser eficiente no manejo da resistência, no entanto, a dose utilizada para cada um desses acaricidas quando utilizados em mistura é a metade da dose recomendada pelo fabricante. A redução de dose na mistura de hexythiazox e cyhexatin até proporcionou um melhor controle de *B. phoenicis* do que os produtos utilizados isoladamente. No entanto, a mistura com dicofol não proporcionou essa mesma resposta, principalmente devido à persistência de dicofol que foi significativamente menor que a de hexythiazox. Portanto, a redução aleatória das doses dos acaricidas na mistura deve ser evitada.

Estudos de persistência da atividade biológica de dicofol realizados por Alves; Omoto e Franco (2000) mostraram que a mortalidade de *B. phoenicis* em resíduos do acaricida de 14 dias foi de 95% para a linhagem suscetível e inferior a 10% para a linhagem resistente a dicofol. Trabalho realizado por Pree; Marshall e McGarvey (1992) para avaliar a toxicidade residual dos acaricidas dicofol, propargite, formetanate, hexythiazox e clofentezine sobre uma linhagem de *P. ulmi* suscetível ao dicofol, mostrou que o dicofol foi pouco persistente, tendo causado 5% de mortalidade em resíduo de 10 dias. Já os acaricidas ovicidas hexythiazox e clofentezine foram os mais persistentes, sendo que resíduos de 30 dias resultaram em mortalidade superior a 50%.

Os componentes da mistura que foram avaliados no presente estudo apresentam mecanismos de ação distintos; ou seja, hexythiazox é um acaricida que atua mais sobre os ovos enquanto cyhexatin e dicofol atuam mais sobre os adultos. Portanto, o controle proporcionado pela mistura foi até melhor do que os produtos utilizados de forma isolada. Porém, dentro do contexto de manejo da resistência, o uso da mistura poderia favorecer a seleção de indivíduos resistentes aos dois acaricidas; além de causar maior desequilíbrio do meio ambiente com o uso dos dois acaricidas e aumentar o custo para o controle de *B. phoenicis*. Sendo assim, a utilização de misturas no manejo da resistência de *B. phoenicis* ao hexythiazox deve ser avaliada com cautela.

Tabela 9 - Número médio de ácaros (ovo, larva, ninfa e adulto) da linhagem suscetível (S) de *Brevipalpus phoenicis* após 25 dias em diferentes idades de resíduos de acaricidas

Tratamentos	Dias após pulverização					
	1	7	18	35	65	95
Controle	69,6 ± 13,89	67,7 ± 7,3	85,1 ± 14,91 a	86,2 ± 4,22 a	84,3 ± 3,31 a	87,5 ± 6,27 a
Hexythiazox	-	-	11,2 ± 2,55 b	38,1 ± 5,00 c	63,0 ± 6,32 b	101,5 ± 5,61 a
Cyhexatin	-	-	5,8 ± 0,98 c	29,4 ± 3,71 c	61,7 ± 3,51 b	97,7 ± 4,59 a
Dicofol	-	-	11,0 ± 2,20 b	60,1 ± 6,81 b	60,0 ± 3,28 b	98,1 ± 3,26 a
Hexythiazox + Cyhexatin	-	-	-	11,5 ± 1,91 d	70,2 ± 6,08 ab	98,4 ± 3,29 a
Hexythiazox + Dicofol	-	-	-	32,1 ± 1,78 c	85,2 ± 2,83 a	97,0 ± 5,35 a
<i>F</i>	-	-	66,12	58,47	6,44	0,83
Graus de liberdade	-	-	3; 29	5; 41	5; 41	5; 41
<i>P</i>	-	-	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0002	0,5370

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

(-) valores nulos que não foram considerados na análise estatística

Tabela 10 – Número médio de ácaros (ovo, larva, ninfa e adulto) da linhagem resistente (R) de *Brevipalpus phoenicis* após 25 dias em diferentes idades de resíduos de acaricidas

Tratamentos	Dias após pulverização					
	1	7	18	35	65	95
Controle	67,4 ± 13,99 a	88,0 ± 6,59 a	119,4 ± 13,21 a	88,1 ± 4,59 a	99,2 ± 5,33 a	91,0 ± 3,99 a
Hexythiazox	19,0 ± 6,33 b	116,4 ± 14,15 a	128,1 ± 12,11 a	109,0 ± 6,67 a	98,0 ± 3,61 a	86,5 ± 6,18 a
Cyhexatin	-	-	-	23,2 ± 4,65 b	91,3 ± 5,76 a	89,2 ± 6,16 a
Dicofol	-	-	3,7 ± 0,82 b	30,6 ± 2,92 b	54,12 ± 4,96 b	90,1 ± 4,16 a
Hexythiazox + Cyhexatin	-	-	-	11,7 ± 2,20 c	90,0 ± 5,25 a	97,5 ± 4,34 a
Hexythiazox + Dicofol	-	-	-	34,3 ± 3,37 b	90,8 ± 6,08 a	90,1 ± 6,68 a
<i>F</i>	10,71	0,97	23,86	81,58	10,94	0,63
Graus de liberdade	1; 15	1; 15	2; 26	5; 41	5; 41	5; 41
<i>P</i>	0,0051	0,3401	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,6813

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

(-) valores nulos que não foram considerados na análise estatística

Figura 9 – Taxa instantânea de crescimento (r_i) para a linhagem suscetível (S) de *Brevipalpus phoenicis* após 25 dias em diferentes idades de resíduo de acaricidas

Figura 10 – Taxa instantânea de crescimento (r_i) para a linhagem resistente (R) de *Brevipalpus phoenicis* após 25 dias em diferentes idades de resíduo de acaricidas

2.3.3.2 Experimento em condições de campo

A utilização das misturas de hexythiazox com cyhexatin ou dicofol reduziram a frequência de resistência significativamente quando comparada com a aplicação do hexythiazox isolado. Entretanto a utilização dos acaricidas cyhexatin e dicofol isolados foi mais eficiente na redução da frequência de resistência de *B. phoenicis* ao hexythiazox do que a utilização das misturas.

No talhão OLI-1-SP a pulverização do hexythiazox aumentou a frequência de resistência de *B. phoenicis* ao hexythiazox e a utilização das misturas reduziu a frequência de resistência, porém foi menos eficaz do que a utilização dos produtos isolados ($F = 94,29$; g.l. = 4, 15; $P < 0,001$) (Tabela 11). Nesse talhão a pulverização com o cyhexatin isolado reduziu a frequência de resistência de 14,5 para 2,0%, e a pulverização com o dicofol isolado reduziu a frequência de resistência para 0,00%. A utilização das misturas também resultou na diminuição da frequência de resistência, sendo que a mistura de hexythiazox com cyhexatin diminuiu a frequência de 14,5 para 8,3%, e a mistura de hexythiazox com dicofol reduziu de 14,5 para 3,1%. Entre os acaricidas isolados ocorreu diferença significativa, sendo que o dicofol resultou numa maior redução da frequência de resistência ao hexythiazox. As duas misturas também diferiram entre si, sendo que a mistura de hexythiazox com dicofol foi mais eficiente na redução da frequência de resistência ao hexythiazox.

Comparando o período de controle proporcionado para cada tratamento foi observado que o tratamento com hexythiazox proporcionou um período de controle satisfatório (295 dias). O período de controle com o cyhexatin foi de 342 dias, sendo muito maior do que o controle proporcionado pelo dicofol (139 dias) e também das duas misturas (245 dias), que por sua vez foram maiores do que a pulverização com dicofol.

Tabela 11 - Frequência de resistência média ($\pm$ erro padrão da média) e dias de controle de *Brevipalpus phoenicis* após os tratamentos no talhão de citros OLI-1 com frequência inicial de resistência a hexythiazox de $14,5 \pm 2,32\%$

Tratamento	Frequência de resistência após a pulverização (%) $\pm$ EPM	Dias de controle
Hexythiazox	$18,4 \pm 2,22$ a	295
Cyhexatin	$2,0 \pm 0,32$ d	342
Dicofol	$0,0 \pm 0,00$ c	139
Hexythiazox + Cyhexatin	$8,3 \pm 2,15$ b	245
Hexythiazox + Dicofol	$3,1 \pm 0,77$ d	245

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

No talhão BEB-1 a utilização da mistura, no contexto de manejo da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox, foi menos eficaz do que a utilização dos produtos isolados, sendo que os diferentes tratamentos diferiram entre si ($F = 224,31$; g.l. = 4, 15; $P < 0,001$) (Tabela 12). As pulverizações com os acaricidas cyhexatin e dicofol isoladamente resultaram na redução da frequência de resistência, sendo que esse valor foi de 0,0% para esses dois tratamentos. A utilização da mistura de hexythiazox e cyhexatin resultou no aumento da frequência de resistência, não diferindo do tratamento com hexythiazox, passando de 10,4 para 20,0%. Já a mistura de hexythiazox com dicofol resultou na redução da frequência de resistência, passando de 10,4 para 5,0%, diferindo do tratamento com o hexythiazox e da mistura de hexythiazox com cyhexatin.

O período de controle proporcionado por hexythiazox nesse talhão também foi satisfatório (185 dias) sendo que esse mesmo período de controle também foi proporcionado pela pulverização com o dicofol e pela mistura de hexythiazox com o dicofol. Já o tratamento com o cyhexatin proporcionou um melhor controle nesse talhão (221 dias) e o tratamento com a mistura de hexythiazox com cyhexatin proporcionou o pior período de controle entre todos os tratamentos (150 dias).

Tabela 12 - Frequência de resistência média ($\pm$ erro padrão da média) e dias de controle de *Brevipalpus phoenicis* após os tratamentos no talhão de citros BEB-1 com frequência inicial de resistência a hexythiazox de $10,4 \pm 2,13\%$

Tratamento	Frequência de resistência após a pulverização (%) $\pm$ EPM	Dias de controle
Hexythiazox	$21,1 \pm 1,79$ a	185
Cyhexatin	$0,0 \pm 0,00$ c	221
Dicofol	$0,0 \pm 0,00$ c	185
Hexythiazox + Cyhexatin	$20,0 \pm 1,76$ a	150
Hexythiazox + Dicofol	$5,0 \pm 0,00$ b	185

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

No talhão ANA-1 foi observada diferença significativa entre os tratamentos ($F = 70,92$; g.l. = 4, 15; $P < 0,001$) (Tabela 13). As pulverizações com os acaricidas cyhexatin e dicofol isolados resultaram na redução da frequência de resistência, sendo que esse valor foi de 0,0% para esses dois tratamentos, bem como a pulverização da mistura de hexythiazox com o dicofol. A pulverização com a mistura de hexythiazox com o cyhexatin não diferiu da do tratamento com o hexythiazox reduzindo a frequência de 8,1 para 5,7%.

Como observado nos talhões OLI-1 e BEB-1, o tratamento com hexythiazox isolado no talhão ANA-1 também proporcionou um período de controle bastante satisfatório (223 dias). Comparando os tratamentos de cyhexatin e dicofol utilizados isoladamente podemos observar que o cyhexatin foi mais eficiente (190 dias) do que o dicofol (148 dias). Já a mistura de hexythiazox com cyhexatin foi mais eficiente (253 dias) do que a mistura de hexythiazox com dicofol (190 dias).

Tabela 13 - Frequência de resistência média ($\pm$ erro padrão da média) e dias de controle de *Brevipalpus phoenicis* após os tratamentos no talhão de citros ANA-1 com frequência inicial de resistência a hexythiazox de $8,1 \pm 1,24\%$

Tratamento	Frequência de resistência após a pulverização (%) $\pm$ EPM	Dias de controle
Hexythiazox	$16,7 \pm 3,19$ a	223
Cyhexatin	$0,0 \pm 0,00$ c	190
Dicofol	$0,0 \pm 0,00$ c	148
Hexythiazox + Cyhexatin	$5,7 \pm 1,52$ b	253
Hexythiazox + Dicofol	$0,0 \pm 0,00$ c	190

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

No contexto do manejo da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox ficou evidenciado que a utilização dos acaricidas isolados foi mais efetiva para reduzir a frequência de resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox. A utilização do hexythiazox isolado proporcionou um período de controle bastante satisfatório, porém resultou no aumento da frequência de resistência nos três talhões de citros avaliados. A pulverização do cyhexatin isoladamente reduziu drasticamente a frequência de resistência a hexythiazox nos três talhões e também possibilitou um período de controle bastante satisfatório (>190 dias) devido as suas características, como maior persistência e por ser ativo sobre formas imaturas e adultas, no entanto foi inferior aos tratamentos com hexythiazox e da mistura de hexythiazox com cyhexatin no talhão ANA-1. A pulverização com o dicofol foi o tratamento mais efetivo na redução da frequência de resistência a hexythiazox, no entanto o período de controle proporcionado foi o menor dentre todos os tratamentos devido a sua baixa persistência. A mistura de hexythiazox com o cyhexatin foi eficiente na redução da frequência de resistência, no entanto no talhão BEB-1 a frequência de resistência a hexythiazox aumentou. Já a mistura de hexythiazox com dicofol reduziu a frequência de resistência nos três talhões de citros avaliados. O controle proporcionado pelas misturas foi comparável ao controle proporcionado por hexythiazox ou cyhexatin isolados, porém superior ao controle proporcionado com dicofol.

Georghiou (1983) e MacDonald et al. (1983) sugeriram que a utilização da mistura de inseticidas poder ser efetiva no retardamento da evolução da resistência, no entanto para o sucesso da utilização de mistura de agrotóxicos existem várias premissas que devem ser obedecidas, sendo que o cumprimento de todas essas premissas é difícil de ocorrer em condições de campo (HOY, 1998). As premissas teóricas para o sucesso da utilização da mistura são: ausência de resistência cruzada entre os produtos utilizados em mistura, os indivíduos resistentes para os dois componentes da mistura devem ser raros, a presença de custo adaptativo associado à resistência, o padrão de herança da resistência deve ser recessiva para pelo menos um dos componentes da mistura, os produtos devem apresentar persistência biológica semelhante, presença de refúgio para indivíduos suscetíveis, os produtos em mistura devem proporcionar alta mortalidade da praga, dentre outras (CURTIS, 1985; COMINS, 1986; MANI, 1985; TABASHNIK, 1990).

Na cultura dos citros muitas dessas premissas não são obedecidas para o emprego da estratégia de mistura de acaricidas no manejo da resistência em *B. phoenicis*, pois a mistura tem sido adotada após a detecção de falhas no controle desse ácaro com um dos acaricidas utilizados isoladamente; sendo assim, a frequência de resistência já está relativamente alta para pelo menos um dos componentes da mistura. A resistência de *B. phoenicis* já foi detectada para os principais acaricidas utilizados na citricultura, como dicofol (OMOTO; ALVES; RIBEIRO, 2000) e propargite (FRANCO, 2002). Para os acaricidas organoestênicos Konno, Franco e Omoto (2001) em trabalho realizado entre 1999 e 2000 não encontraram diferenças significativas em populações de *B. phoenicis* quanto a suscetibilidade ao cyhexatin, porém recentemente diferenças na suscetibilidade vêm sendo observadas, provavelmente devido a evolução da resistência (FRANCO, comunicação pessoal). Dessa forma a utilização de misturas deve ser acompanhada de um programa de monitoramento da resistência para que a premissa de que a resistência para os dois componentes da mistura deve ser baixa seja obedecida.

A maioria dos indivíduos adultos em uma população de *B. phoenicis* é fêmea haplóide (HELLE; BOLLAND; HEITMANS, 1980; WEEKS; MAREK; BREEUWER, 2001); portanto, não há possibilidade da herança da resistência ser recessiva. A presença de refúgio para abrigar indivíduos suscetíveis não serve para diluir a resistência, pois a reprodução de *B. phoenicis* se dá principalmente por partenogênese telítica (HELLE; BOLLAND; HEITMANS, 1980), isto é, a população é constituída por fêmeas que darão origem a fêmeas idênticas à progenitora. Além

disso, a dispersão de *B. phoenicis* é relativamente limitada (ALVES; CASARIN; OMOTO, 2005) e a resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox foi estável em condições de laboratório (CAMPOS; OMOTO, 2002). Quando os acaricidas são utilizados em mistura, frequentemente há a redução das doses dos acaricidas, o que não garantiria a alta mortalidade dos ácaros, e que também tem sido recomendada a utilização de acaricidas com diferentes fases de desenvolvimento do ácaro como alvo, como nas duas misturas utilizadas nesse trabalho, onde se mistura um acaricida ovicida com um acaricida adulticida, o que poderia ser mais vantajoso para o controle do ácaro.

Para a utilização da mistura no manejo de pragas é fundamental que a dose utilizada de cada componente da mistura proporcione uma alta mortalidade da praga, sendo assim, a utilização da metade da dose recomendada pode não ser o suficiente. Na mistura de hexythiazox com cyhexatin foram utilizadas a metade da dose recomendada pelos fabricantes e como esses acaricidas atuam sobre fases de desenvolvimento distintos do ácaro a utilização da dose recomendada poderia ser mais efetiva. Porém, a utilização de misturas de produtos deve ser realizada de maneira criteriosa, pois aumentaria o custo para o controle do ácaro e também poderia resultar em maiores impactos sobre organismos não alvos; e, conseqüentemente, comprometer os programas de MIP.

A estratégia de uso de produtos que atuam em diferentes fases do ácaro em mistura pode fazer com que o controle proporcionado seja otimizado, no entanto a sua utilização deve ser bastante criteriosa, havendo assim necessidade de estudos para verificar se existe efeito sinérgico entre os produtos, em que proporções de cada produto devem ser utilizadas, o que tem reflexo direto no custo para o controle. Segundo Denholm e Rowland (1992) essa estratégia pode ser bastante eficaz no manejo de pragas, sendo que alguns exemplos podem ser citados, como a utilização da mistura de inseticidas larvicidas e ovicidas para o controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (FORRESTER, 1984 apud DENHOLM; ROWLAND, 1992) e a combinação de inseticidas larvicidas e adulticidas para o controle de *Bemisia tabaci* (Genn.) (ROWLAND; HACKETT; STRIBLEY, 1991).

Para *B. phoenicis* pouco trabalhos foram realizados para avaliar a utilização de misturas de acaricidas no manejo da resistência, sendo que Alves; Omoto e Franco (2000a) estudaram a mistura de dicofol e fenpyroximate no manejo da resistência de *B. phoenicis* ao dicofol observando uma interação sinérgica da mistura para as linhagens suscetível e resistente, no

entanto o sinergismo entre o dicofol e fenpyroximate não foi eficiente no manejo da resistência de *B. phoenicis* a dicofol nas doses recomendadas dos produtos em mistura.

A utilização da mistura de acaricidas no manejo da resistência tem sido bastante discutível para outras espécies de praga. Vários trabalhos comparam a utilização de mistura de agrotóxicos em mistura e rotação para retardar a evolução da resistência. Em estudo realizado por Prabhaker; Toscano e Henneberry (1998) onde os autores estudaram as estratégias de mistura e rotação de inseticidas como estratégia de manejo da resistência de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, submetendo uma população de campo a diferentes tratamentos observaram que tanto a rotação quanto a mistura foram eficientes no retardamento da resistência se comparado com a utilização dos produtos isolados. Dados semelhantes foram obtidos por McKenzie e Byford (1993) submeteu uma população de *Haematobia irritans* (L.) a tratamentos com produtos isolados, em rotação e em mistura observando que o retardamento da evolução da resistência foi significativamente reduzido pela utilização dos inseticidas em rotação ou mistura. No entanto Metcalf (1990) recomenda a utilização da rotação de inseticidas em detrimento da mistura. Immaraju; Morse e Hobza (1990) estudaram cinco diferentes regimes de aplicação de inseticidas em populações de tripes *Scirtothrips citri* (Moulton) observaram que a estratégia de rotação de acaricidas foi superior do que a de mistura.

Flexner et al. (1995) estudaram em um pomar de pêra nos Estados Unidos da América cinco diferentes regimes de utilização de acaricidas organoestânicos (cyhexatin e óxido de fenbutatin) e do hexythiazox no controle de *T. urticae* por um período de 7 anos, avaliando seu efeito na evolução da resistência. Os tratamentos consistiram na aplicação consecutiva dos organoestânicos, aplicação consecutiva de hexythiazox, rotação anual entre organoestânicos e hexythiazox, rotação dentro do mesmo ano e mistura da metade da dose recomendada de cyhexatin com metade da dose recomendada de hexythiazox. Os autores observaram que a evolução da resistência a hexythiazox no tratamento com a mistura só ocorreu após a 11ª aplicação consecutiva, ocorrendo também a diminuição da suscetibilidade ao organoestânico, porém falhas no controle do ácaro só foram observadas após a 13ª aplicação, não diferindo dos tratamentos onde foi utilizada a rotação anual e dentro do mesmo ano.

A utilização da mistura de acaricidas no manejo da resistência de *B. phoenicis* ao hexythiazox foi eficiente, no entanto a sua utilização deve ser realizada de forma criteriosa, pois a utilização contínua pode selecionar populações resistentes aos dois componentes da mistura por

meio da seleção de indivíduos que apresentem resistência múltipla, o que pode ocorrer rapidamente devido às características genéticas e bioecológicas do ácaro-da-leprose, que inviabilizariam não só a utilização da mistura, mas também dos componentes da mistura quando utilizados isoladamente. Com isso as opções de acaricidas para o controle desse ácaro reduziriam consideravelmente. A utilização da mistura de acaricidas pode ser recomendada em pomares com baixa frequência de resistência a hexythiazox, porém não como uma estratégia de controle isolada, mas sim em rotação com outros acaricidas e outras táticas de controle para explorar a instabilidade da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox em condições de campo. Dessa forma, o monitoramento da resistência a acaricidas é de fundamental importância para a recomendação da utilização da mistura no manejo da resistência de *B. phoenicis* ao hexythiazox e outros acaricidas.

3 CONCLUSÕES

Não há resistência cruzada entre hexythiazox e cyhexatin em *Brevipalpus phoenicis*.

Não há diferenças entre os parâmetros biológicos avaliados para as linhagens de *B. phoenicis* suscetível e resistente a hexythiazox, em condições de laboratório.

A dinâmica da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox é instável, em condições de campo.

A discriminação entre as linhagens de *B. phoenicis* suscetível e resistente a hexythiazox é reduzida com a utilização das misturas de hexythiazox com cyhexatin ou dicofol.

A utilização da mistura de acaricidas pode ser eficiente no manejo da resistência de *B. phoenicis* a hexythiazox.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E.B.; CASARIN, N.F.B.; OMOTO, C. Mecanismos de dispersão de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em pomares de citros. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 89-96, 2005.
- ALVES, E.B.; OMOTO, C.; FRANCO, C.R. Mistura de dicofol com fempiroximato no manejo da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) ao dicofol. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 789-797, 2000a.
- ALVES, E.B.; OMOTO, C.; FRANCO, C.R. Resistência cruzada entre o dicofol e outros acaricidas em *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 765-771, 2000b.
- AVEYARD, C.S.; PEREGRINE, D.J.; BRYAN, K.M.G. Biological activity of clofentezine against egg and motile stages of tetranychid mites. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 2, p. 223-229, 1986.
- BAILLOD, M.; GUIGNARD, E.; ANTONIN, P. Une nouvelle generation d'acaricides specifiques inhibiteurs de croissance. **Revue Suisse de Viticulture d'Arboriculture et d'Horticulture**, Nyon, v. 18, p. 213-219, 1986.
- CAMPOS, F.J.; OMOTO, C. Resistance to hexythiazox in *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) from Brazilian citrus. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 26, n. 3/4, p. 243-251, 2002.
- CHIAVEGATO, L.G. Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 8, p. 813-816, 1986.
- CHIAVEGATO, L.G. A leprose dos citros no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.8, n.1, p.7-18, 1987.
- CHIAVEGATO, L.G.; MISCHAN, M.M.; SILVA, M.A. Prejuízos e transmissibilidade de sintomas da leprose pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae). **Científica**, São Paulo, v. 10, p. 265-271, 1982.
- COMINS, H.N. Tactics for resistance management using multiple pesticides. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 16, p. 129-148, 1986.

CORBETT, J.R.; WRIGHT, K.; BAILLIE, A.C. **The biochemical mode of action of pesticides**. London: Academic Press, 1984. 382 p.

CROFT, B.A. Developing a philosophy and program of pesticide resistance management. In: ROUSH, R.T.; TABASHNIK, B.E. (Ed.). **Pesticide resistance in arthropods**. New York: Chapman and Hall, 1990. p. 277-296.

CURTIS, C.F. Theoretical models of the use of insecticide mixtures for the management resistance. **Bulletin of the Entomological Research**, London, v. 75, p. 259-265, 1985.

DENHOLM, I.; ROWLAND, M.W. Tactics for managing pesticide resistance in arthropods: theory and practice. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 37, n. 37, p. 91-112, 1992.

FLEXNER, J.L.; WESTIGARD, P.H.; HILTON, R.; CROFT, B.A. Experimental evaluation of resistance management for twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on southern Oregon pear: 1987-1993. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 88, n. 16, p. 1517-1524, 1995.

FORRESTER, N.W. Designing, implementing and servicing an insecticide resistance management strategy. **Pesticide Science**, Oxford, v. 28, p. 167-179, 1990.

FRANCO, C.R. **Deteção e caracterização da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) ao acaricida propargite**. 2002. 64 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

GEORGHIOU, G.P. Management of resistance in arthropods. In: GEORGHIOU, G. P.; SAITO, T. (Ed.). **Pest resistance to pesticides**. New York: Plenum, 1983. p. 769-792.

GEORGHIOU, G.P.; TAYLOR, C.E. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 70, n. 3, p. 319-323, 1977a.

GEORGHIOU, G.P.; TAYLOR, C.E. Operational influences in the evolution of insecticide resistance. **Journal of Economic Entomology**. Lanham, v. 70, n. 5, p. 653-658, 1977b.

GOUGH, N. Evaluation of miticides for the control of two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch on field roses in southern Queensland. **Crop Protection**, Guildford, v. 9, p. 119-127, 1990.

GUIRADO, N.; SILVERIO, J.L. Leprose e declínio: problemas sérios da citricultura paulista. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13, n. 2, p. 541-552, 1992.

GRAVENA, S. Rotação de acaricidas no MIP-Citros: menos desequilíbrio e resistência. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 15, n. 2, p. 375-395, 1994.

GROSSCURT, A.C.; WIXLEY, R.A.J.; TER HAAR, M. Cross-resistance between flucycloxuron, clofentezine and hexythiazox. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 18, p. 445-458, 1994.

HARAMOTO, F.H. Biology and control of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acarina: Tenuipalpidae). **Hawaii Agricultural Experimental Station Technical Bulletin**, Honolulu, n. 68, p. 1-60, 1969.

HELLE, W.; BOLLAND, H.R.; HEITMANS, W.R.B. Chromosomes and types of parthenogenesis in the false spider mites (Acari: Tenuipalpidae). **Genetica**, Dordrecht, v. 54, p. 545-550, 1980.

HERRON, G.; ROPHAIL, J. Effect of clofentezine-hexythiazox resistance on life-table attributes of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 17, p. 823-830, 1993.

HERRON, G.; EDGE, V.; ROPHAIL, J. Clofentezine and hexythiazox resistance in *Tetranychus urticae* Koch in Australia. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 17, n. 6, p. 433-440, 1993.

HOY, M.A.; COMLEY, J. Propargite resistance in Pacific spider mite (Acari: Tetranychidae): stability and mode of inheritance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 1, p. 11-16, 1990.

HOY, M.A.; OUYANG, Y. Selectivity of the acaricides clofentezine and hexythiazox to the predator *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 79, n. 5, p. 1377-1380, 1986.

HOY, M. Pesticide resistance in arthropod natural enemies: variability and selection responses. In: ROUSH, R.T.; TABASHNIK, B.E. **Pesticide resistance in arthropods**. New York: Chapman & Hall, 1990. p. 203-236.

IMMARAJU, J.A.; MORSE, J.G.; HOBZA, R.F. Field evaluation of insecticide rotation and mixtures as strategies for citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance management in California. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 2, p. 306-314, 1990.

KITAJIMA, E.W.; MULLER, G.W.; COSTA, A.S.; YUKI, V.A. Short , rod-like particles associated with citrus leprosis. **Virology**, New York, v. 50, n. 1, p. 254-258, Oct. 1972.

KONNO, R.H.; FRANCO, C.R.; OMOTO, C. Suscetibilidade de populações de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas organoestânicos em citros. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 703-709, 2001.

LEORA SOFTWARE. **Polo-PC**: a user's guide to probit or logit analysis. Berkeley, 1987. 20 p.

MACDONALD, R.S.; SURGEONER, G.A.; SOLOMON, K.R.; HARRIS, C.R. Effect of four spray regimes on the development of permethrin and dichlorvos resistance, in the laboratory, by the house fly (Diptera: Muscidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 76, n. 3, p. 417-422, 1983.

MANI, G.S. Evolution of resistance in the presence of two insecticides. **Genetics**, Austin, v. 109, p. 761-783, Apr. 1985.

McKENZIE, C.L.; BYFORD, R.L. Continuous, alternating, and mixed insecticides affect development of resistance in the horn fly (Diptera: Muscidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 86, n. 4, p. 1040-1048, 1993.

METCALF, R.L. Changing role of insecticide in crop protection. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 25, p. 219-256, 1990.

MYAZAKI, I.; SUPPLY FILHO, N.; SAMPAIO, A.S. Comportamento do “ácaro da leprose” dos citros, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939), sob ação de acaricidas. **O Biológico**, São Paulo, v. 48, n.1, p. 21-24, 1982.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Pesticide resistance:** strategies and tactics for management. Washington, DC: National Academy Press, 1986. 471 p.

NAUEN, R.; STUMPF, N.; ELBERT, A.; ZEBITZ, C.P.W.; KRAUS, W. Acaricide toxicity and resistance in larvae of different strains of *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). **Pest Management Science**, Sussex, v. 57, p. 253-261, 2001.

OLIVEIRA, C.A.L. Flutuação populacional e medidas de controle do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 7, p. 1-31, 1986.

OMOTO, C.; ALVES, E.B.; RIBEIRO, P.C. Detecção e monitoramento da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) ao dicofol. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 757-764, dez. 2000.

PIJNACKER, L.P.; FERWERDA, M.A.; BOLLAND, H.R.; HELLE, W. Haploid female parthenogenesis in the false spider mite *Brevipalpus obovatus* (Acari: Tenuipalpidae). **Genetica**, Dordrecht, v. 51, n. 3, p. 211-214, 1980.

PRABHAKER, N.; TOSCANO, N.C.; HENNEBERRY, T.J. Evaluation of insecticide rotations and mixtures as resistance management strategies for *Bemisia argentifolli* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 91, n. 4, p. 820-826, 1998.

PREE, D.J.; BITTNER, L.A.; WHITTY, K.J. Characterization of resistance to clofentezine in populations of European red mite from orchards in Ontario. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 27, n. 2, p. 181-193, 2002.

PREE, D.J.; MARSHALL, D. B.; MCGARVEY, B. D. Residual toxicity of dicofol, formetenate HCl, propargite, hexythiazox, and clofentezine to european red mite on peach. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 124, p. 59-67, 1992.

RAGA, A. Avaliação de acaricidas contra o ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em pomar cítrico de Neves Paulista. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 63, n. 1, p. 25-30, 1996.

RAGA, A.; SOUZA FILHO, M.F.; SATO, M.E.; GARCIA JÚNIOR, A. Efeito de acaricidas sobre o ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) e ácaros predadores em plantas cítricas. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 57-62, 1997.

REISSIG, W.H.; HULL, L.A. Hexythiazox resistance in a fields population of European red mite (Acari: Tetranychidae) on apples. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 84, n. 3, p. 727-735, 1991.

ROSSETTI, V.; FASSA, T.G.; MUSUMECI, R.M. Um novo ácaro dos laranjais paulistas. **O Biológico**, São Paulo, v. 25, p. 273-275, 1959.

ROUSH, R.T.; DALY, J.C. The role of population genetics in resistance research and management. In: ROUSH, R.T.; TABASHNIK, B.E. (Ed.). **Pesticide resistance in arthropods**. New York: Chapman and Hall, 1990. p. 97-152.

ROWLAND, M.; HACKETT, B.; STRIBLEY, M. Evaluation of insecticides in field-control simulators and standard laboratory bioassays against resistant and susceptible *Bemisia tabaci* from Sudan. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 81, n. 2, p. 189-199, 1991.

SALVA, R.A.; MASSARI, C.A. Situação do ácaro da leprose no Estado de São Paulo (Levantamento-Fundecitros: Agosto 1995). In: OLIVEIRA, C.A.L.; DONADIO, L.C. (Ed.). **Leprose dos citros**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. p. 13-18.

SATO, M.E.; RAGA, A.; CERÁVALO, L.C.; CEZÁRIO, A.C.; ROSSI, A.C. Efeito da utilização de acaricidas em citros, sobre a população de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e ácaros predadores (Phytoseiidae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 282-286, 1995.

SATO, M.E.; RAGA, A.; CERÁVALO, L.C.; ROSSI, A.C.; CEZÁRIO, A.C. Efeito de acaricidas sobre *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) e ácaros predadores (Família Phytoseiidae) em citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 87-93, 1992.

SAWICKI, R.M.; DENHOLM, I. Management of resistance to pesticides in cotton pests. **Tropical Pest Management**, Basingstoke, v. 33, n. 4, p. 262-272, 1987.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba, Ed Agronômica Ceres, 1976, 419 p.

STARK, J.D.; BANKS, J.E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 48, p. 505-519, 2003.

STARK, J.D.; TANIGOSHI, L.; BOUNFOUR, M.; ANTONELLI, A. Reproductive potential: its influence on the susceptibility of a species to pesticides. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 37, n. 3, p. 273-279, 1997.

TABASHNIK, B.E. Modeling and evaluation of resistance management tactics. In: ROUSH, R.T.; TABASHNIK, B.E. (Ed.). **Pesticide resistance in arthropods**. New York: Chapman and Hall, 1990. p. 153-182.

THWAITE, W.G. Resistance to clofentezine and hexythiazox in *Panonychus ulmi* from apples in Australia. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 11, p. 73-80, 1991.

TRINDADE, M.L.B.; CHIAVEGATO, L.G. Caracterização biológica dos ácaros *Brevipalpus obovatus* D., *B. californicus* B. e *B. phoenicis* G. (Acari: Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 189-195, 1994.

WARE, G.W. **Fundamentals of pesticides: a self-instruction guide**. Fresno: Thomson Publ., 1991. 307 p.

WEEKS, A.; MAREK, F.; BREEUWER, J.A.J. A mite species that consists entirely of haploid females. **Science**, London, v. 292, p. 2479-2482, 2001.

WELTY, C.; REISSIG, W.H.; DENNEHY, T.J.; WEIRES, R.W. Susceptibility to hexythiazox of eggs and larvae of European red mite (Acari: Tetranychidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v.81, n.2, p.586-592, 1988.

YAMAMOTO, A.; YONEDA, H.; HATANO, R.; ASADA, M. Influence of hexythiazox resistance on life history parameters in the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor). **Journal of Pesticide Science**, Tokyo, v. 20, n. 4, p. 521-527, 1995a.

YAMAMOTO, A.; YONEDA, H.; HATANO, R.; ASADA, M. Laboratory selections of populations in the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor), with hexythiazox and cross resistance spectrum. **Journal of Pesticide Science**, Tokyo, v. 20, n. 4, p. 493-501, 1995b.

YAMAMOTO, A.; YONEDA, H.; HATANO, R.; ASADA, M. Stability of hexythiazox resistance in the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) under laboratory and field conditions. **Journal of Pesticide Science**, Tokyo, v. 21, n. 1, p. 37-42, 1996.

YAMAMOTO, P.T.; BASSANEZI, R.B. Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais de pragas dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 2, p. 353-382, 2003.

YAMAMOTO, P.T.; PINTO, A.S.; PAIVA, P.E.B.; GRAVENA, S. Seletividade de agrotóxicos aos inimigos naturais de pragas dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13, n. 2, p. 693-708, 1992.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Tabela de vida e fertilidade da linhagem de *Brevipalpus phoenicis* suscetível (S)
a hexythiazox (continua)

Fase	x	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
Ovo	-	-	1,00	-	-
Larva	-	-	1,00	-	-
Protocrisálida	-	-	1,00	-	-
Protoninfa	-	-	1,00	-	-
Deutocrisálida	-	-	1,00	-	-
Deutoninfa	-	-	1,00	-	-
Teliocrisálida	-	-	1,00	-	-
Adulta	17,5	0,000	1,00	0,000	0,000
	18,0	0,000	1,00	0,000	0,000
	18,5	0,021	1,00	0,021	0,389
	19,0	0,063	1,00	0,063	1,197
	19,5	0,292	1,00	0,292	5,694
	20,0	0,708	1,00	0,708	14,160
	20,5	0,813	1,00	0,813	16,667
	21,0	0,854	1,00	0,854	17,934
	21,5	0,875	1,00	0,875	18,813
	22,0	0,875	1,00	0,875	19,250
	22,5	0,957	0,98	0,938	21,102
	23,0	1,000	0,98	0,980	22,540
	23,5	1,021	0,98	1,001	23,514
	24,0	1,000	0,98	0,980	23,520
	24,5	1,000	0,98	0,980	24,010
	25,0	1,000	0,98	0,980	24,500
	25,5	0,597	0,96	0,573	14,615
	26,0	1,043	0,96	1,001	26,033
	26,5	0,935	0,96	0,898	23,786
	27,0	1,000	0,96	0,960	25,920
	27,5	1,000	0,96	0,960	26,400
	28,0	0,978	0,96	0,939	26,289
	28,5	0,956	0,96	0,918	26,156
	29,0	1,000	0,96	0,960	27,840
	29,5	1,000	0,96	0,960	28,320
	30,0	1,000	0,94	0,940	28,200
	30,5	1,000	0,94	0,940	28,670
	31,0	0,978	0,94	0,919	28,499
	31,5	0,956	0,94	0,899	28,307
	32,0	0,933	0,94	0,877	28,065
	32,5	0,932	0,92	0,857	27,867
	33,0	0,932	0,92	0,857	28,296
	33,5	0,955	0,92	0,879	29,433
	34,0	0,955	0,92	0,879	29,872
	34,0	0,953	0,90	0,858	29,162
	35,0	1,000	0,87	0,870	30,450
	35,5	0,929	0,87	0,808	28,692
	36,0	0,929	0,87	0,808	29,096
	36,5	0,976	0,87	0,849	30,993
	37,0	0,929	0,85	0,790	29,217
	37,5	0,905	0,85	0,769	28,847
	38,0	0,927	0,85	0,788	29,942

APÊNDICE A - Tabela de vida e fertilidade da linhagem de *Brevipalpus phoenicis* suscetível (S)
a hexythiazox (continuação)

Fase	x	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
Adulta	38,5	0,927	0,85	0,788	30,336
	39,0	0,878	0,83	0,729	28,421
	39,5	0,878	0,83	0,729	28,785
	40,0	0,900	0,83	0,747	29,880
	40,5	0,850	0,83	0,706	28,573
	41,0	0,875	0,83	0,726	29,776
	41,5	0,900	0,83	0,747	31,001
	42,0	0,875	0,83	0,726	30,503
	42,5	0,900	0,83	0,747	31,748
	43,0	0,900	0,83	0,747	32,121
	43,5	0,900	0,83	0,747	32,495
	44,0	0,900	0,83	0,747	32,868
	44,5	0,900	0,83	0,747	33,242
	45,0	0,923	0,81	0,748	33,643
	45,5	0,897	0,81	0,727	33,059
	46,0	0,921	0,79	0,728	33,469
	46,5	0,895	0,79	0,707	32,878
	47,0	0,838	0,77	0,645	30,327
	47,5	0,892	0,77	0,687	32,625
	48,0	0,829	0,73	0,605	29,048
	48,5	0,800	0,73	0,584	28,324
	49,0	0,853	0,71	0,606	29,676
	49,5	0,604	0,71	0,429	21,228
	50,0	0,824	0,71	0,585	29,252
	50,5	0,882	0,71	0,626	31,624
	51,0	0,853	0,71	0,606	30,887
	51,5	0,938	0,67	0,628	32,366
	52,0	0,844	0,67	0,565	29,405
	52,5	0,875	0,67	0,586	30,778
	53,0	0,844	0,67	0,565	29,970
	53,5	0,813	0,67	0,545	29,142
	54,0	0,813	0,67	0,545	29,414
	54,5	0,781	0,67	0,523	28,518
	55,0	0,844	0,67	0,565	31,101
	55,5	0,844	0,67	0,565	31,384
	56,0	0,781	0,67	0,523	29,303
	56,5	0,813	0,67	0,545	30,776
	57,0	0,750	0,67	0,503	28,643
	57,5	0,742	0,67	0,497	28,586
	58,0	0,710	0,65	0,462	26,767
	58,5	0,677	0,65	0,440	25,743
	59,0	0,800	0,65	0,520	30,680
	59,5	0,800	0,62	0,496	29,512
	60,0	0,800	0,62	0,496	29,760
	60,5	0,733	0,62	0,454	27,495
	61,0	0,733	0,62	0,454	27,722
	61,5	0,733	0,62	0,454	27,949
	62,0	0,700	0,62	0,434	26,908
	62,5	0,733	0,62	0,454	28,404
	63,0	0,655	0,60	0,393	24,759
	63,5	0,655	0,60	0,393	24,956

APÊNDICE A - Tabela de vida e fertilidade da linhagem de *Brevipalpus phoenicis* suscetível (S)
a hexythiazox (continuação)

Fase	x	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
Adulta	64,0	0,621	0,60	0,373	23,846
	64,5	0,586	0,60	0,352	22,678
	65,0	0,759	0,60	0,455	29,601
	65,5	0,621	0,60	0,373	24,405
	66,0	0,724	0,60	0,434	28,670
	66,5	0,464	0,58	0,269	17,896
	67,0	0,500	0,58	0,290	19,430
	67,5	0,462	0,54	0,249	16,840
	68,0	0,423	0,54	0,228	15,533
	68,5	0,423	0,54	0,228	15,647
	69,0	0,458	0,54	0,229	15,801
	69,5	0,478	0,48	0,229	15,946
	70,0	0,682	0,46	0,314	21,960
	70,5	0,545	0,46	0,251	17,674
	71,0	0,455	0,46	0,209	14,860
	71,5	0,476	0,344	0,164	11,708
	72,0	0,429	0,44	0,189	13,591
	72,5	0,524	0,44	0,231	16,716
	73,0	0,476	0,44	0,209	15,289
	73,5	0,429	0,44	0,189	13,874
	74,0	0,500	0,37	0,185	13,690
	74,5	0,444	0,37	0,164	12,239
	75,0	0,444	0,37	0,164	12,321
	75,5	0,538	0,37	0,199	15,029
	76,0	0,529	0,35	0,185	14,071
	76,5	0,294	0,35	0,103	7,872
	77,0	0,529	0,35	0,185	14,257
	77,5	0,438	0,33	0,145	11,202
	78,0	0,563	0,33	0,186	14,492
	78,5	0,438	0,33	0,145	11,346
	79,0	0,438	0,33	0,145	11,419
	79,5	0,500	0,33	0,165	13,118
	80,0	0,250	0,33	0,083	6,600
	80,5	0,357	0,29	0,104	8,334
	81,0	0,214	0,29	0,062	5,027
	81,5	0,462	0,27	0,125	10,166
	82,0	0,538	0,27	0,145	11,911
	82,5	0,154	0,27	0,042	3,430
	83,0	0,167	0,25	0,042	3,465
	83,5	0,333	0,25	0,083	6,951
	84,0	0,300	0,21	0,063	5,292
	84,5	0,222	0,19	0,042	3,564
	85,0	0,111	0,19	0,021	1,793
	85,5	0,250	0,17	0,043	3,634
	86,0	0,375	0,17	0,064	5,483
	86,5	0,000	0,17	0,000	0,000
	87,0	0,250	0,17	0,043	3,698
	87,5	0,250	0,17	0,043	3,719
	88,0	0,375	0,17	0,064	5,610
	88,5	0,143	0,15	0,021	1,898
	89,0	0,143	0,15	0,021	1,909

APÊNDICE A - Tabela de vida e fertilidade da linhagem de *Brevipalpus phoenicis* suscetível (S)
a hexythiazox (conclusão)

Fase	x	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
Adulta	89,5	0,000	0,15	0,000	0,000
	90,0	0,286	0,15	0,043	3,861
	90,5	0,000	0,15	0,000	0,000
	91,0	0,143	0,15	0,021	1,952
	91,5	0,286	0,15	0,043	3,925
	92,0	0,333	0,12	0,040	3,676
	92,5	0,000	0,12	0,000	0,000
	93,0	0,333	0,12	0,040	3,716
	93,5	0,000	0,10	0,000	0,000
	94,0	0,000	0,10	0,000	0,000
	94,5	0,200	0,10	0,020	1,890
	95,0	0,000	0,08	0,000	0,000
	95,5	0,000	0,08	0,000	0,000
	96,0	0,000	0,08	0,000	0,000
	96,5	0,000	0,08	0,000	0,000
	97,0	0,000	0,08	0,000	0,000
	97,5	0,250	0,08	0,020	1,950
	98,0	0,000	0,08	0,000	0,000
	98,5	0,000	0,06	0,000	0,000
	99,0	0,000	0,06	0,000	0,000
	99,5	0,333	0,06	0,020	1,988
	100,0	0,000	0,06	0,000	0,000
	100,5	0,000	0,06	0,000	0,000
				$\Sigma \ 64,13 = R_0$	2.679,22
				$T = 41,78$	
				$r_m = 0,099$	
				$\lambda = 1,104$	

APÊNDICE B - Tabela de vida e fertilidade da linhagem de *Brevipalpus phoenicis* resistente (R)
a hexythiazox (continua)

Fase	x	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
Ovo	-	-	1,00	-	-
Larva	-	-	1,00	-	-
Protocrisálida	-	-	1,00	-	-
Protoninfa	-	-	1,00	-	-
Deutocrisálida	-	-	1,00	-	-
Deutoninfa	-	-	1,00	-	-
Teliocrisálida	-	-	1,00	-	-
Adulta	17,5	0,000	1,00	0,000	0,000
	18,0	0,000	1,00	0,000	0,000
	18,5	0,021	1,00	0,021	0,389
	19,0	0,063	1,00	0,063	1,197
	19,5	0,292	1,00	0,292	5,694
	20,0	0,708	1,00	0,708	14,160
	20,5	0,813	1,00	0,813	16,667
	21,0	0,854	1,00	0,854	17,934
	21,5	0,875	1,00	0,875	18,813
	22,0	0,875	1,00	0,875	19,250
	22,5	0,957	0,98	0,938	21,102
	23,0	1,000	0,98	0,980	22,540
	23,5	1,021	0,98	1,001	23,514
	24,0	1,000	0,98	0,980	23,520
	24,5	1,000	0,98	0,980	24,010
	25,0	1,000	0,98	0,980	24,500
	25,5	0,957	0,96	0,919	23,427
	26,0	1,043	0,96	1,001	26,033
	26,5	0,935	0,96	0,898	23,786
	27,0	1,000	0,96	0,960	25,920
	27,5	1,000	0,96	0,960	26,400
	28,0	0,978	0,96	0,939	26,289
	28,5	0,956	0,94	0,899	25,611
	29,0	1,000	0,94	0,940	27,260
	29,5	1,000	0,94	0,940	27,730
	30,0	1,000	0,94	0,940	28,200
	30,5	1,000	0,94	0,940	28,670
	31,0	0,978	0,94	0,919	28,499
	31,5	0,956	0,94	0,899	28,307
	32,0	0,933	0,94	0,877	28,065
	32,5	0,932	0,92	0,857	27,867
	33,0	0,932	0,92	0,857	28,296
	33,5	0,955	0,92	0,879	29,433
	34,0	0,955	0,92	0,879	29,872
	34,0	0,953	0,90	0,858	29,162
	35,0	1,000	0,88	0,880	30,800
	35,5	0,939	0,88	0,826	29,334
	36,0	0,929	0,88	0,818	29,431
	36,5	0,976	0,88	0,859	31,349
	37,0	0,929	0,88	0,818	30,248
	37,5	0,905	0,88	0,796	29,865
	38,0	0,927	0,85	0,788	29,942

APÊNDICE B - Tabela de vida e fertilidade da linhagem de *Brevipalpus phoenicis* resistente (R)
a hexythiazox (continuação)

Fase	x	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
Adulta	38,5	0,927	0,85	0,788	30,336
	39,0	0,878	0,85	0,746	29,106
	39,5	0,878	0,85	0,746	29,479
	40,0	0,900	0,83	0,747	29,880
	40,5	0,850	0,83	0,706	28,573
	41,0	0,875	0,83	0,726	29,776
	41,5	0,900	0,83	0,747	31,001
	42,0	0,875	0,83	0,726	30,503
	42,5	0,900	0,83	0,747	31,748
	43,0	0,900	0,83	0,747	32,121
	43,5	0,900	0,83	0,747	32,495
	44,0	0,900	0,83	0,747	32,868
	44,5	0,900	0,83	0,747	33,242
	45,0	0,923	0,81	0,748	33,643
	45,5	0,897	0,81	0,727	33,059
	46,0	0,921	0,79	0,728	33,469
	46,5	0,895	0,79	0,707	32,878
	47,0	0,838	0,77	0,645	30,327
	47,5	0,892	0,77	0,687	32,625
	48,0	0,829	0,73	0,605	29,048
	48,5	0,800	0,73	0,584	28,324
	49,0	0,853	0,71	0,606	29,676
	49,5	0,794	0,71	0,564	27,905
	50,0	0,824	0,71	0,585	29,252
	50,5	0,882	0,71	0,626	31,624
	51,0	0,853	0,71	0,606	30,887
	51,5	0,938	0,67	0,628	32,366
	52,0	0,844	0,67	0,565	29,405
	52,5	0,875	0,67	0,586	30,778
	53,0	0,844	0,67	0,565	29,970
	53,5	0,813	0,67	0,545	29,142
	54,0	0,813	0,67	0,545	29,414
	54,5	0,781	0,67	0,523	28,518
	55,0	0,844	0,67	0,565	31,101
	55,5	0,844	0,67	0,565	31,384
	56,0	0,781	0,67	0,523	29,303
	56,5	0,813	0,67	0,545	30,776
	57,0	0,750	0,67	0,503	28,643
	57,5	0,781	0,67	0,523	30,088
	58,0	0,742	0,65	0,482	27,973
	58,5	0,710	0,65	0,462	26,998
	59,0	0,677	0,65	0,440	25,963
	59,5	0,800	0,63	0,504	29,988
	60,0	0,800	0,63	0,504	30,240
	60,5	0,800	0,63	0,504	30,492
	61,0	0,733	0,63	0,462	28,169
	61,5	0,733	0,63	0,462	28,400
	62,0	0,700	0,63	0,441	27,342
	62,5	0,733	0,63	0,462	28,862
	63,0	0,655	0,60	0,393	24,759
	63,5	0,655	0,60	0,393	24,956

APÊNDICE B - Tabela de vida e fertilidade da linhagem de *Brevipalpus phoenicis* resistente (R)
a hexythiazox (continuação)

Fase	x	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
Adulta	64,0	0,621	0,60	0,373	23,846
	64,5	0,586	0,60	0,352	22,678
	65,0	0,759	0,60	0,455	29,601
	65,5	0,621	0,60	0,373	24,405
	66,0	0,724	0,60	0,434	28,670
	66,5	0,464	0,58	0,269	17,896
	67,0	0,500	0,58	0,290	19,430
	67,5	0,462	0,54	0,249	16,840
	68,0	0,423	0,54	0,228	15,533
	68,5	0,423	0,54	0,228	15,647
	69,0	0,458	0,50	0,229	15,801
	69,5	0,478	0,48	0,229	15,946
	70,0	0,682	0,46	0,314	21,960
	70,5	0,545	0,46	0,251	17,674
	71,0	0,455	0,46	0,209	14,860
	71,5	0,476	0,44	0,209	14,975
	72,0	0,429	0,44	0,189	13,591
	72,5	0,524	0,44	0,231	16,716
	73,0	0,476	0,44	0,209	15,289
	73,5	0,429	0,44	0,189	13,874
	74,0	0,500	0,38	0,190	14,060
	74,5	0,444	0,38	0,169	12,570
	75,0	0,444	0,38	0,169	12,654
	75,5	0,444	0,38	0,169	12,738
	76,0	0,529	0,35	0,185	14,071
	76,5	0,294	0,35	0,103	7,872
	77,0	0,529	0,35	0,185	14,257
	77,5	0,438	0,33	0,145	11,202
	78,0	0,563	0,33	0,186	14,492
	78,5	0,438	0,33	0,145	11,346
	79,0	0,438	0,33	0,145	11,419
	79,5	0,500	0,33	0,165	13,118
	80,0	0,250	0,33	0,083	6,600
	80,5	0,357	0,29	0,104	8,334
	81,0	0,214	0,29	0,062	5,027
	81,5	0,462	0,27	0,125	10,166
	82,0	0,538	0,27	0,145	11,911
	82,5	0,154	0,27	0,042	3,430
	83,0	0,167	0,25	0,042	3,465
	83,5	0,333	0,25	0,083	6,951
	84,0	0,300	0,21	0,063	5,292
	84,5	0,222	0,19	0,042	3,564
	85,0	0,111	0,19	0,021	1,793
	85,5	0,250	0,17	0,043	3,634
	86,0	0,375	0,17	0,064	5,483
	86,5	0,000	0,17	0,000	0,000
	87,0	0,250	0,17	0,043	3,698
	87,5	0,250	0,17	0,043	3,719
	88,0	0,375	0,17	0,064	5,610
	88,5	0,143	0,15	0,021	1,898
	89,0	0,143	0,15	0,021	1,909

APÊNDICE B - Tabela de vida e fertilidade da linhagem de *Brevipalpus phoenicis* resistente (R)
a hexythiazox (conclusão)

Fase	x	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x
Adulta	89,5	0,000	0,15	0,000	0,000
	90,0	0,286	0,15	0,043	3,861
	90,5	0,000	0,15	0,000	0,000
	91,0	0,143	0,15	0,021	1,952
	91,5	0,286	0,15	0,043	3,925
	92,0	0,333	0,13	0,043	3,983
	92,5	0,000	0,13	0,000	0,000
	93,0	0,333	0,13	0,043	4,026
	93,5	0,000	0,10	0,000	0,000
	94,0	0,000	0,10	0,000	0,000
	94,5	0,200	0,10	0,020	1,890
	95,0	0,000	0,08	0,000	0,000
	95,5	0,000	0,08	0,000	0,000
	96,0	0,000	0,08	0,000	0,000
	96,5	0,000	0,08	0,000	0,000
	97,0	0,000	0,08	0,000	0,000
	97,5	0,250	0,08	0,020	1,950
	98,0	0,000	0,08	0,000	0,000
	98,5	0,000	0,06	0,000	0,000
	99,0	0,333	0,06	0,020	1,978
	99,5	0,000	0,06	0,000	0,000
	100,0	0,000	0,06	0,000	0,000
	100,5	0,000	0,06	0,000	0,000
	101,0	0,000	0,06	0,000	0,000

$\Sigma 73,00 = R_0$ 3.128,77

$T = 42,008$

$r_m = 0,100$

$\lambda = 1,105$