

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

**Seletividade de inseticida ao ácaro predador *Iphiseiodes*  
*Zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae)**

**Mateus Nishimura Narazaki**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para  
obtenção do título de bacharel em Engenharia  
Agrônoma

**Piracicaba  
2016**

**Mateus Nishimura Narazaki**

**Seletividade de inseticidas ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai*  
DENMARK & MUMA (ACARI: PHYTOSEIIDAE)**

Orientador:

Prof. Dr. **PEDRO TAKAO YAMAMOTO**

Co-orientadora: **ALINE APARECIDA FRANCO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para  
obtenção do título de bacharel em Engenharia  
Agrônômica

**Piracicaba  
2016**

## DEDICATÓRIA

A toda minha família por me apoiar durante todos esses anos de estudos durante minha graduação, em especial a meus pais, Oswaldo e Alice, a meus irmãos e também a minha namorada pelo amor e carinho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, ao Prof. Dr. Pedro Takao Yamamoto pela oportunidade oferecida e conhecimentos compartilhados.

Um agradecimento especial a Aline Franco, que me ajudou desde o início, ensinou muitas coisas e sem ela este trabalho não seria possível.

Aos professores do Departamento de Entomologia e Acarologia pelas aulas ministradas.

A todos os alunos de mestrado, doutorado e os estagiários orientados do Professor Pedro Yamamoto pela ajuda e companheirismo.

A meu pai, Oswaldo, minha mãe, Alice, e meus irmãos Murilo e Joana pelo apoio, amor e carinho.

A minha namorada Tamyris, a qual agradeço pelo apoio, amor, carinho e companheirismo.

## EPÍGRAFE

“O Aprendizado é o significado mais límpido da vida,  
pois jamais se termina uma existência sem que se  
aprenda algo”

Maria Clara Fraga Lopes

# SUMÁRIO

RESUMO .....	7
1 INTRODUÇÃO .....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Citros .....	10
2.2 Manejo Integrado de Pragas .....	11
2.3 Manejo Integrado de Pragas em Citros .....	13
2.4 Controle Biológico .....	14
2.5 Seletividade de Produtos Fitossanitários .....	15
2.6 Seletividade de Produtos Fitossanitários aos Ácaros Predadores .....	16
2.7 Ácaro Predador <i>Iphiseiodes zuluagai</i> .....	17
3 DESENVOLVIMENTO.....	18
3.1 MATERIAS E MÉTODOS .....	18
3.1.1 CRIAÇÃO DOS ÁCAROS.....	18
3.1.2 COLETA DO PÓLEN .....	19
3.1.3 INSETICIDAS UTILIZADOS.....	19
3.1.4 AVALIAÇÃO DA SELETIVIDADE SOBRE ADULTO DE <i>I. zuluagai</i> .....	20
3.1.5 ANÁLISE DE DADOS .....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
5 CONCLUSÕES.....	28
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## RESUMO

### **Seletividade de inseticida ao ácaro predador *Iphiseiodes Zuluagai* DENmark & Muma (Acari: Phytoseiidae)**

O ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) possui grande importância nos pomares de citros brasileiros, sendo um dos principais ácaros predadores encontrados na cultura. No entanto, o uso de inseticidas para o manejo de insetos-praga, principalmente para o controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) pode afetar a ação no controle de ácaros pragas e a densidade populacional. O objetivo com este estudo foi avaliar os efeitos letal e subletais dos inseticidas Dimetoato® 500 EC Nortox (dimethoate), Lorsban® 480 BR (chlorpyrifos), Provado® 200 SC (imidacloprid), Sivanto® 200 SL (flupyradifurone), Talstar® 100 EC (bifenthrin) e Turbo® 50 EC (beta-cyfluthrin) sobre *I. zuluagai*. Os resultados mostraram que dentre os seis inseticidas testados, Dimetoato® 500 EC Nortox (dimethoate) e Sivanto® 200 SL (flupyradifurone) são inocuos (classe I) ao ácaro predador, Provado® 200 SC (imidacloprid) é levemente nocivo (classe II) e os inseticidas Lorsban® 480 BR (chlorpyrifos), Talstar® 100 EC (bifenthrin) e Turbo® 50 EC (beta-cyfluthrin) são nocivos (Classe IV), segundo a classificação estabelecida pela IOBC/WPRS.

**Palavras-chave:** Toxicidade, Controle biológico, Efeito letal e subletal, Manejo integrado de pragas.

## ABSTRACT

### Selectivity of insecticides to predatory mite *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae)

The predatory mite *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) has a great importance in Brazilian citrus orchards. It is one of the main predatory mites found in citrus. However, the use of insecticides for the management of insect pest, especially for the control of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) may affect predatory action in the control of mites pests and population density. The purpose of this study was to evaluate the letal and sublethal effects of the insecticides Dimetoato® 50 EC Nortox (dimethoate), Lorsban® 48 BR (chlorpyrifos), Provado® 20 SC (imidaclopid), Sivanto® 20 SL (flupyradifurone), Talstar® 100 EC (bifenthrin) and Turbo® 5 EC (beta-cyfluthrin) on *I. zuluagai*. The results showed that among the six insecticides, Dimetoato® 50 EC Nortox (dimetoato) and Sivanto® 20 SL (flupyradifurone) are harmless (class I) to the predatory mite, Provado® 20 SC (flupyradifurone) is slightly harmful (class II), whereas the insecticides Lorsban® 48 BR (chlorpyrifos), Talstar® 100 EC (bifenthrin), and Turbo® 50 EC (beta-cyfluthrin) are harmful (class IV), according to the classification established by IOBC/WPRS.

**Keywords:** Toxicity, *Biological control*, lethal and sublethal effect, integrated pest management.



## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o maior produtor de laranja do mundo, com 464,4 mil hectares (CONAB, safra 2013/2014), e a produção está concentrada no estado de São Paulo. Segundo Fundecitrus, estima-se que a safra 2015/2016 com uma produção seja de 278,9 milhões de caixas de laranja no cinturão citrícola, que envolve os estados de São Paulo e Minas Gerais, 10 milhões a mais que a safra anterior 2014/2015.

Na citricultura, por se tratar de cultivos de plantas perenes, é encontrada uma grande diversidade de pragas e doenças, sendo que os artrópodes-praga, devido ao grande número de espécies, ciclo de vida curto, rápida reprodução e alta densidade de indivíduos na população, são os organismos causadores de danos que mais tem importância nessa cultura (PARRA et al., 2002), ocasionando redução na quantidade e qualidade dos produtos produzidos, além de aumentar os custos de produção, reduzir a eficácia da técnica e comprometer a sustentabilidade ambiental do sistema (RIBEIRO et al., 2014).

Entre as táticas de supressão populacional de artrópodes-praga, o uso de agroquímicos sintéticos tem sido a mais utilizada pelos citricultores (BELASQUE-JR et al., 2010). Apesar dos inseticidas atuarem na redução da abundância e na mitigação dos impactos causados pelos artrópodes-praga, eles também interrompem os processos ecológicos, causando mortalidade dos inimigos naturais, seleção de populações resistentes aos ingredientes ativos, ressurgência de pragas alvos de controle e surtos de pragas secundárias (DUTCHER, 2007; SZCZEPANIEC et al., 2011; CORDEIRO et al., 2013; ZHAN et al., 2015).

Além disso o uso excessivo de inseticidas também podem alterar os parâmetros biológicos e demográficos dos inimigos naturais presentes nos agroecossistemas, reduzindo o potencial de ação desses agentes biológicos no controle natural de artrópodes-praga. Entre os inimigos naturais encontrado nos pomares cítricos, o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) é uma das espécies mais abundantes (REIS; CHIAVEGATO; ALVES, 1998; MORAES, 2002; ALBUQUERQUE; MORAES, 2008). Este predador está amplamente distribuído no território nacional (REIS et al., 2000; MORAES, 2002; MORAES et al., 2004) e está associado principalmente à predação do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) e *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead (Acari: Eriophyidae) (SATO

et al., 1994; REIS et al., 2002), os quais são considerados pragas chave nos sistemas de produção citrícola (ANDRADE et al., 2013; MAOZ et al., 2014). Além de ter relatos de predação aos ácaros tetraniquídeos, especialmente *Panonychus citri* (McGregor, 1916), *Tetranychus mexicanus* (McGregor) e *Eutetranychus banksi* (McGregor) (ZANARDI et al., 2015).

Uma alternativa de manejo que pode ser utilizada para alcançar um controle mais eficiente e reduzir o número de aplicações de agroquímicos é estabelecer o manejo integrado de pragas (MIP), dentro deste contexto sabe-se que o controle biológico ocupa posição de destaque (PARRA et al., 2008), sendo que os inimigos naturais (parasitoides, predadores e patógenos) são considerados os principais agentes de mortalidade biótica do agroecossistema (PARRA, 2000; PARRA et al., 2002).

Apesar do potencial do *I. zuluagai* como agente de controle biológico de ácaros-praga nos pomares de citros, o uso de inseticidas para o manejo de insetos-praga, especialmente de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), vetor das bactérias “*Candidatus Liberibacter* spp.” associadas ao huanglongbing (HLB), pode reduzir os níveis populacionais e a eficácia desse predador nos pomares cítricos (BELASQUE-JR et al., 2010; GRAFTON-CARDWELL; STELINSKI; STANSLY, 2013)

Portanto, em consideração a grande quantidade de aplicações de agroquímicos em citros e das consequências na redução populacional dos ácaros predadores, torna-se essencial avaliar a seletividade de alguns dos principais inseticidas utilizados no controle de pragas do agrossistema de produção de frutas cítricas ao ácaro predador *I. zuluagai*.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Citros

Os citros compreendem um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros afins (*Fortunella* e *Poncirus*) ou híbridos da família Rutaceae, representado, na maioria, por laranjas (*Citrus sinensis*), tangerinas (*Citrus reticulata* e *Citrus deliciosa*), limões (*Citrus limon*), limas ácidas como o ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia*) e o ‘Galego’ (*Citrus aurantiifolia*), e doces como a lima da Pérsia (*Citrus limettioides*), pomelo (*Citrus paradisi*), cidra (*Citrus medica*), laranja Azeda (*Citrus aurantium*) e toranjas (*Citrus grandis*). São originários principalmente das regiões subtropicais e

tropicais do sul e sudeste da Ásia, incluindo áreas da Austrália e África. Foram levados para a Europa na época das Cruzadas. Chegaram ao Brasil trazidos pelos portugueses, no século XVI. Suas árvores, de porte médio, atingem em média quatro metros de altura, sua copa é densa, de formato normalmente arredondado. As folhas são aromáticas, assim como as flores, pequenas e brancas, muito procuradas pelas abelhas melíferas e matéria-prima da água de flor de laranjeira. Os frutos são ricos em vitamina C, possuem ainda vitaminas A e do complexo B, além de sais minerais, principalmente cálcio, potássio, sódio, fósforo e ferro. A produção mundial de citros é de aproximadamente 102 milhões de toneladas por ano, é cultivada em uma extensa área, cerca de 7,3 milhões hectares, que supera em grande parte outras fruteiras tropicais e subtropicais como banana, maçã, manga, pêra, pêssego e mamão. Os maiores produtores de laranjas são o Brasil e os Estados Unidos, representando, juntos, cerca de 45% do total mundial. Destacam-se ainda nesse panorama África do Sul, Espanha e Israel, com a produção de laranjas para o mercado in natura e tangerinas, e o México, com a lima ácida 'Tahiti', além dos novos parque citrícolas emergentes na Ásia, como a China (MATTOS et al., 2005).

No Brasil, a produção de citros ocorre principalmente no Estados de São Paulo e Minas Gerais, com uma área de 482.591 hectares de citros, sendo que destes 444.585 hectares são cultivados com laranja, 27.938 hectares de limas ácidas e limões, e 10.070 hectares com tangerinas. As laranjas representam a principal espécie cítrica cultivada no País, a estimativa de safra de laranja 2015/2016 foi de 278,99 milhões de caixas (40,8 Kg) (Fundecitros, 2015).

A força da produção brasileira deve-se ao grande mercado mundial de exportação de suco. Com o conhecimento das qualidades nutricionais, a demanda para o suco cítrico tem crescido. A produção de citros in natura para o mercado interno e externo tem-se destacado pela crescente necessidade da melhoria da qualidade dos frutos (MATTOS et al., 2005).

## **2.2 Manejo integrado de pragas**

Com o passar do tempo mudou-se muito o conceito de controle de pragas, deixou de ser feito por meio de aplicação sistemática de produtos químicos em culturas de importância agrícola, tomando-se por base calendários. A aplicação era baseada apenas no poder residual dos produtos e sem a preocupação de se saber se a praga alvo tinha atingido o nível de dano econômico. Essas aplicações desordenadas

implicam em problemas muitos sérios, tais como, seleção de pragas resistentes a diversos agroquímicos, aparecimento de pragas secundárias que passam a causar danos econômicos, ressurgência de pragas, e mortalidade de inimigos naturais, que é a causa da maioria dos casos citados anteriormente, pois causa intenso desequilíbrio no agroecossistema, além de efeitos tóxicos prejudiciais ao homem (GALLO et al., 2002).

Um conceito visando a minimização dos problemas causados por aplicações sistemáticas foi o conhecido “manejo integrado de pragas”, que tem por objetivo designar o controle de pragas com embasamento ecológico e que envolve problemas limitantes da produção agrícola decorrente da competição interespecífica (patógenos, insetos, plantas daninhas, nematoides, ácaros, etc) (GALLO et al., 2002).

Esse conceito é muito amplo, sendo um conjunto de tecnologias em várias áreas (entomologia, fitopatologia, fisiologia vegetal, economia, etc), formando um pacote tecnológico dinâmico que prevê uma estrutura objetiva para as tomadas de decisões relacionadas com o emprego de novos métodos de manejo. Essa estrutura visa minimizar os efeitos negativos que cada método de controle pode causar na sociedade e no meio ambiente, procura utilizar ao máximo os agentes naturais de controle do meio (físico e biológico), manejando-os e levando em consideração as características ecológicas e econômicas das culturas e das pragas (GALLO et al., 2002).

Em resumo o manejo integrado de pragas visa manter as pragas abaixo do nível de dano econômico utilizando-se diferentes métodos de controle, que podem, inclusive, ser integrados com inseticidas desde que haja uma interação harmoniosa

As etapas para a criação de um programa de manejo de pragas em uma cultura são:

- Reconhecimentos das pragas-chave, as que representam maior importância na cultura;
- Avaliação dos inimigos naturais;
- Estudos da interação entre os fatores climáticos e a dinâmica populacional da praga e inimigos naturais;
- Avaliação populacional por meio de amostragens;
- Avaliação do método mais adequado para incorporar no programa de manejo (GALLO et al., 2002; GRAVENA, 1992).

### 2.3 Manejo Integrado de Pragas em Citros

São muitas as pragas e doenças que causam danos diretos e indiretos aos pomares cítricos, destacando-se cochonilhas, moscas-das-frutas, bicho-furão, ácaro tetraniquídeos, assim como as doenças pinta preta, verrugose, *Colletotrichum*, gomose, etc. Nas duas últimas décadas tem sido também frequente a ocorrência de insetos que estão associados à transmissão de patógenos, como as cigarrinhas da CVC (clorose variegada dos citros), minador-dos-citros associado ao cancro cítrico, assim como o hanglonbing (“greening”) cujo o vetor é psílídeo (*D. citri*), a morte súbita, que pode ser um marafivirus, além do ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*) (PARRA et al., 2008).

Atualmente, na citricultura são usados mais de 88.000 toneladas de agroquímicos por ano, acarretando em desequilíbrios biológicos, ressurgência de pragas e o surgimento de pragas secundárias, que se tornam pragas primárias (NAVA et al., 2005).

Embora a citricultura demonstre exemplos da utilização do Manejo Integrado e Pragas (MIP) no país, pelo fato de existirem os responsáveis por amostragens de pragas (“pragueiros”), o controle continua sendo dirigido individualmente para cada problema que surge, com a aplicação, quase que exclusivamente de agroquímicos (PARRA et al., 2008).

Existe a necessidade de mudança deste sistema atualmente utilizado para um sistema integrado de controle, envolvendo o ecossistema e controlando simultaneamente doenças, plantas daninhas e pragas (NORRIS et al., 2003; PARRA et al., 2008).

Os inimigos naturais (predadores, parasitoides e microorganismos entomopatogenos) são principais responsáveis pela mortalidade no agroecossistema, e a utilização deste método é sustentado pelos conhecimentos de taxonomia, métodos de amostragens, e níveis de controle, podendo atuar separadamente, mantendo a população de pragas em níveis toleráveis, ou serem integrados com outros métodos, como o controle cultural, físicos, de resistência de plantas, métodos comportamentais (feromônios), métodos químicos, como reguladores de crescimento que são produtos com maior seletividade, atuando de forma mais específica a uma determinada ordem de artrópodes (PARRA, 2000).

## 2.4 Controle Biológico

O controle biológico pode ser definido como “o fenômeno natural que consiste na regulação da população de pragas por inimigos naturais, que constituem os agentes de mortalidade biótica”. A ação dos agentes de controle biológico sobre uma população de praga resulta numa posição geral de equilíbrio mais baixa do que prevaleceria na ausência destes. A posição geral de equilíbrio de uma população de pragas é a densidade média de uma espécie em torno da qual ocorre a flutuação da espécie por um longo período desde que não sofra ação do homem para seu controle. A posição geral de equilíbrio de uma praga pode estar situado tanto abaixo quanto acima do nível de dano econômico. Está é uma maneira simples e superficial de se relacionar controle biológico com níveis de danos econômicos (GRAVENA, 1992).

No início do século XVIII, pássaros e joaninhas foram usados como agentes de controle biológico, e em algumas regiões da Europa foram feitas transferências de insetos predadores para combater surtos de pragas. Já em 1830, os fungos, e posteriormente as bactérias e os protozoários, foram identificados como causadores de doenças em insetos, e em 1807 foi feita a primeira tentativa de controle de insetos por meio de patógenos. Já a utilização de vírus no controle de artrópodes-praga foi observada no início do século XX (GALLO et al., 2002).

O caso clássico do controle biológico ocorreu na Califórnia, EUA, quando utilizou a joaninha *Rodolia cardinalis*, levada da Austrália em 1888 e introduzida para o controle de pulgão-branco-dos-citros, *Icerya purchasi*, garantindo um controle eficiente dessa praga (GALLO et al., 2002).

O controle biológico pode ser dividido em 3 tipos básicos, os controles biológico clássico e aplicado que são a importação de inimigos naturais para a liberação em áreas agrícolas cujas as espécies nativas não são capazes de baixar a posição geral de equilíbrio. O controle biológico clássico foi o mais utilizado no início, de maneira geral, seu princípio são as liberações inoculativas, ou seja, de pequeno número de inimigos naturais, sendo o controle eficaz a longo prazo. Já o controle biológico aplicado é a liberação de grande quantidade de agentes de controle biológico, após sua produção massal em laboratório, visando o controle rápido do da praga alvo. E por último, controle biológico natural que se refere à conservação da população de inimigos naturais que ocorrem naturalmente no agroecossistema (GALLO et al., 2002; GRAVENA, 1992).

O nível de dano econômico é utilizado para a tomada de decisão no controle de pragas, variando de acordo com o tipo de dano que a praga causa, por exemplo artrópodes vetores de doenças mesmo em níveis baixíssimos causam danos, um exemplo clássico e o da *D. citri* nos pomares de citros, a presença de um indivíduo na área já representa riscos na transmissão primária ou secundária da bactéria causadora do HLB (GRAVENA, 1992; BELASQUE-JR et al., 2010).

O controle biológico natural, clássico e aplicado em casos que as pragas tem estágios de desenvolvimento de difícil acesso, como aquelas que apresentam grande parte dos seus estágios larvais no interior da planta ou sob o solo deve ser feito considerando-se a obtenção de estabilidade ecológica no ecossistema onde a cultura está inserida, e visando a ação dos inimigos naturais no período de trânsito da praga durante o qual a eles fica exposta (GRAVENA, 1992).

## **2.5 Seletividade de Produtos Fitossanitários**

Destaca-se, dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP), o controle biológico sendo responsável por manter o nível de equilíbrio das pragas e como importante medida de controle. Naturalmente, o MIP visa direcionar a um desequilíbrio ecológico entre pragas e inimigos naturais em favor desses últimos. A tática do MIP que tem esse objetivo é a seletividade, podendo ser definida como o produto químico seleciona a praga no ecossistema em que atua, não afetando, em diferentes graus, as populações de inimigos naturais (YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003).

No sistema em que utiliza-se de agroquímicos seletivos a inimigos naturais, deve-se realizar pulverizações no agroecossistema levando em consideração, também, os efeitos colaterais causados aos inimigos naturais, tendo como objetivo aliar o controle químico ao controle biológico (YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003).

O produto fitossanitário ideal, do ponto de vista agrônomo e do MIP, seria aquele que apresentasse seletividade total, isto é, que matasse somente as pragas visadas e preservasse os artrópodes benéficos, evitando, com isso, o desequilíbrio biológico (YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003).

RIPPER et al. (1951) foram os primeiros a propor os conceitos e definições de seletividade, e classificaram a seletividade em fisiológica e ecológica. A fisiológica ocorre quando inseticidas, em vista das diferenças fisiológicas entre pragas, predadores e parasitoides, matam as pragas a uma concentração que não afeta os organismos benéficos. E a ecológica é o efeito seletivo dos produtos fitossanitários

com base nas diferenças ecológicas das pragas e dos inimigos naturais, isto é, técnica ou método com que o defensivo possa ser empregado sem atingir diretamente o inimigo natural inserido no contexto do agroecossistema.

Já Metcalf (1994) classifica a seletividade em fisiológica, ecológica, devida ao aperfeiçoamento da aplicação, e comportamental. A seletividade devida ao aperfeiçoamento da aplicação é baseada na redução de dosagem, baixa persistência, aplicação seletiva, aplicação de inseticidas sistêmicos, tratamento de sementes e granulados no plantio. Já a comportamental baseia-se no uso de atraentes, com utilização de feromônio e armadilhas de luz.

A seletividade nos sistemas de MIP deve ser um critério importante no momento da escolha do defensivo ou da maneira de aplicá-lo para preservar inimigos naturais, outros organismos benéficos, como espécies polinizadoras, que convivem no agroecossistema, sendo que, os agroquímicos dentro deste sistema devem ter a característica de regular as populações de pragas aos níveis abaixo daqueles que causam danos econômicos sem suprimir totalmente as populações, com raras exceções, pois a população residual da praga serve de alimento para preservação dos inimigos naturais (HULL; BEERS, 1985; YAMAMOTO; PARRA, 2005).

## **2.6 Seletividade de Produtos Fitossanitários aos Ácaros Predadores**

Os principais produtos fitossanitários utilizados em citros são considerados nocivos aos ácaros predadores, principalmente da família Phytoseiidae, que engloba a maioria dos predadores encontrados neste sistema. Os agroquímicos com ação acaricida, com exceção de diflubenzuron que é inócuo, hexythiazox, que é levemente nocivo, e enxofre e óxido de fenbutatin, que são moderadamente nocivos, os demais são nocivos aos principais ácaros predadores encontrados na cultura. A aplicação da maioria dos acaricidas pode causar desequilíbrio pela mortalidade desses inimigos naturais devido ao fato de pertencerem a mesma classe. Nas aplicações de acaricidas na citricultura, para evitar esses desequilíbrios, deve-se considerar os conceitos de seletividade ecológica e utilizar os princípios de MIP, pulverizando somente os talhões onde forem atingidos os níveis de ação para controle dos ácaros pragas, principalmente *B. phoenicis* e *P. oleivora*, alvos da maioria das aplicações desse defensivo (YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003).



Entre os inseticidas, aldicarb, malathion e fenitrothion são inócuos ou levemente nocivos aos ácaros predadores. Aldicarb apresenta seletividade por ser um inseticida na forma de granulado sistêmico, via solo, devido ao modo de aplicação, não entra em contato com os predadores e, portanto, não lhes causa a mortalidade. Os óleos minerais e vegetais utilizados para controle de pragas e também misturados aos inseticidas para aumentar-lhes a eficiência, são nocivos aos ácaros predadores, principalmente a *I. zuluagai*, um dos fitoseídeos mais encontrados nos pomares cítricos. Apesar de aumentar-lhes a eficiência, a mistura desses óleos com inseticidas, provoca também um incremento da ação sobre os ácaros predadores (YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003).

Já os fungicidas são mais seletivos para os ácaros predadores, com exceção de mancozeb, benomyl e chlorothalonil. Sendo que o Mancozeb apresenta uma baixa seletividade, provavelmente, devido à sua ação acaricida, sendo, em citros, recomendado para o controle do ácaro da ferrugem *P. oleivora*. A aplicação dos fungicidas captan, fosetyl-Al, hidróxido de cobre, oxicleto de cobre, são fungicidas muito utilizados em citros, devendo, serem utilizados de forma criteriosa para não causar morte dos fitoseídeos (YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003).

## **2.7 Ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai***

Nas plantações de citros estão presentes ácaros predadores da família Phytoseiidae, incluindo *I. zuluagai*, uma espécie abundante nos pomares cítricos possuem importante papel na regulação das populações de ácaros fitófagos (CHIAVEGATO, 1980; BITTENCOURT; CRUZ, 1988; SATO, 1994), sendo encontrado em vários estados do Brasil (MORAES, 2002), e frequentemente associado ao ácaro fitófago *B. phoenicis* (SATO et al., 1994; RAGA et al., 1996; REIS et al., 2000).

Em ensaios de laboratório, *I. zuluagai* provou ser bastante eficiente como predador de *B. phoenicis* (REIS et al., 2003), podendo ainda se alimentar de pólen (mamoneira ou taboa) e substâncias açucaradas, sendo considerado um predador tipo IV (YAMAMOTO; GRAVENA, 1996; REIS et al., 1998), características desejáveis para um agente de controle biológico, pois proporciona sua criação sobre fontes de alimento alternativos (CROFT et al., 2004).

A criação de *I. zuluagai* em laboratório é realizada em ambiente controlado  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de UR e 14 horas de fotofase. A alimentação artificial mais recomendada é pólen de mamoneira. A eclosão das larvas ocorre normalmente entre 12 e 24 horas, a duração do estágio larval é frequentemente de 24 horas e a duração das fases de protoninfa e deutoninfa entre 24 e 48 horas (REIS et al., 1998).

### **3 DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 MATERIAS E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), no município de Piracicaba – SP, em condições de ambiente controlado, com temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa do ar (UR) de  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14 L: 10 E horas.

##### **3.1.1 CRIAÇÃO DOS ÁCAROS**

Para o estabelecimento da criação, espécimes de *I. zuluagai* foram coletados em plantas de laranjeira “Valência” (*Citrus sinensis*), em um pomar experimental localizado no campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, SP, Brasil, sem aplicação de agroquímicos. No laboratório, os ácaros foram transferidos para arenas confeccionadas de folhas de citros do próprio pomar onde foram coletados, colocadas com a face abaxial voltada para cima sobre uma camada de espuma umedecida com água deionizada em bandejas plásticas ( $38,5 \times 24,5 \times 6,0$  cm de comprimento, largura e altura, respectivamente), após se verificar que a população de ácaro não estava se estabelecendo bem foram trocadas as folhas por folhas de acalifa (*Acalypha wilkesiana* Macrophylla, 1910). Tiras de algodão hidrófilo umedecido foram utilizadas nas bordas das folhas para a manutenção da sua turgescência e impedir a fuga dos ácaros, foi necessário a reposição de água todo dia para que o algodão ficasse sempre úmido. No centro de cada arena foram colocados fios de algodão para servir de abrigo e local de oviposição aos ácaros. Como alimento, foi utilizado pólen de mamoneira (*Ricinus communis*), disponibilizado sobre lamínulas de vidro de  $2 \times 2$  cm o qual foi substituído a cada 48 horas, após se verificar que os

ácaros não estavam realizando a oviposição trocou-se a lamínula por uma de mesmo tamanho porém de coloração preta, foi observado uma leve melhora na oviposição.

### 3.1.2 COLETA DO PÓLEN

O pólen utilizado na criação dos ácaros foi o pólen de Mamona (*Ricinus communis* L.), coletado na região de Marília, Centro-Oeste paulista, situada a 443 Km da capital do Estado e 299 Km de Piracicaba.

As flores coletadas precisavam estar com pouca umidade para a retirada do pólen, então, foram colocadas por aproximadamente 24 horas dentro de estufas de secagem a 40 °C.

Após se retirar as flores das estufas o pólen foi extraído utilizando-se uma peneira de aproximadamente 100 mesh, sendo que as flores adequadas para a retirada do pólen eram aquelas “maduras”, onde o pólen tinha coloração amarelada.

A região onde se localiza o pólen, a antera, foi friccionada contra a peneira, extraíndo o pólen que ficava retido em um reservatório colocado abaixo da peneira, o procedimento foi repetido flor por flor até atingir uma quantidade satisfatória de pólen.

### 3.1.3 INSETICIDAS UTILIZADOS

Foram utilizados seis inseticidas registrados para o controle de pragas em citros, na maior dose registrada para citros. Os produtos comerciais, ingredientes ativos, grupos químicos, maior dose de campo mL 100 L<sup>-1</sup> e concentração de ingrediente ativo (g i.a. L<sup>-1</sup>) dos inseticidas utilizados no bioensaio estão listados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Produtos comerciais, seus respectivos ingredientes ativo, grupo químico, dose e concentração do ingrediente ativo utilizados nos estudos de seletividade de inseticidas ao ácaro predador *I. zuluagai*.

Tratamento	Ingrediente ativo	Grupo Químico	Dose (mL 100L <sup>-1</sup> )	Concentração usada (g i.a. L <sup>-1</sup> )
------------	-------------------	---------------	-------------------------------	--

<b>Dimetoato® 500 EC</b>	Dimethoate	Organofosforado	80	0,4
<b>Nortox</b>				
<b>Lorsban® 480 BR</b>	Chlorpyrifos	Organofosforado	150	0,72
<b>Provado 200 SC®</b>	Imidacloprid	Neonicotinóide	20	0,04
<b>Sivanto® 200 SL</b>	Flupyradifurone	Butenolida	35	0,07
<b>Talstar® 100 EC</b>	Bifenthrin	Piretróide	20	0,02
<b>Turbo® 50 EC</b>	Beta-cyfluthrin	Piretróide	25	0,012

### 3.1.4 AVALIAÇÃO DA SELETIVIDADE SOBRE ADULTO DE *I. zuluagai*

Para avaliação do efeito dos inseticidas sobre adultos de *I. zuluagai*, folhas de laranjeira-doce Valência [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck (Rutaceae)] foram pulverizadas com 2 mL de solução, do respectivo tratamento, em torre de Potter (Burkard Scientific Co., Uxbridge, UK), ajustada a uma pressão de 68 kPa, resultando na deposição de  $1,8 \pm 0,1$  mg cm<sup>-2</sup> de resíduo fresco, estando de acordo com os critérios estabelecidos pelo grupo de trabalho da International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants, West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS) para estudos de toxicologia de pesticidas sobre inimigos naturais (HASSAN et al., 1994). Água deionizada (solvente utilizado para diluição/solubilização dos pesticidas) foi utilizada como tratamento controle. Após a pulverização dos tratamentos, as folhas foram mantidas em sala climatizada por três horas para secagem dos resíduos. Decorrido esse período, unidades experimentais (4,0 cm de diâmetro) foram feitas com folhas de laranjeira-doce 'Valência' colocadas sobre uma camada de espuma (~ 1 cm de altura) umedecida com água deionizada em bandejas plásticas (38,5 × 24,5 × 6,0 cm de comprimento, largura e altura, respectivamente) e acondicionadas em sala climatizada. Feito isso, 10 fêmeas acasaladas (< 24 horas de idade) de *I. zuluagai* foram liberadas em cada unidade experimental. Para cada tratamento foram utilizadas cinco repetições ( $n = 50$ ). A mortalidade das fêmeas (efeito letal) foi avaliada a cada 24 horas por um período de 8 dias após a liberação das fêmeas nas unidades experimentais. Foram considerados mortos os ácaros que não reagiram ao toque de um pincel de cerdas macias. Durante o período de avaliação dos bioensaios, os ácaros foram alimentados com pólen de mamoneira (*Ricinus communis*) disponibilizado sobre lamínulas de plástico de 0,5 × 0,5 cm.

Durante as avaliações, o número de ovos depositados pelas fêmeas (fecundidade) nas unidades experimentais foi contado e utilizados para avaliação dos efeitos subletais. Após a contagem, os ovos foram removidos das unidades

experimentais e colocados em placas de Petri para avaliação da fertilidade (número de larvas eclodidas). A fertilidade das fêmeas foi avaliada 4 dias após a oviposição.

Com base nos dados de mortalidade (efeito letal), fecundidade e fertilidade das fêmeas (efeitos subletais), o efeito total ( $E_x$ ) foi calculado para cada pesticida utilizando a fórmula  $E_{x(\%)} = 100 - (100 - Mc) \times E_r$  proposta por Biondi et al. (2012), onde:  $Mc$  = mortalidade total do estágio imaturo corrigida pela fórmula de Abbott (1925) e  $E_r$  = (Nº de ovos / Nº de fêmeas vivas)  $\times$  (Nº de ovos viáveis / Nº de fêmeas vivas). Com base no coeficiente de redução, os pesticidas foram classificados de acordo com as escalas de toxicidade proposta pela IOBC/WPRS para testes de laboratório estendido (VAN DE VEIRE et al., 2002), sendo: classe 1: inócuo ( $E_x < 25\%$ ); classe 2: levemente nocivo ( $25\% \leq E_x \leq 50\%$ ); classe 3: moderadamente nocivo ( $51\% \leq E_x \leq 75\%$ ) e classe 4: altamente nocivo ( $E_x > 75\%$ ).

O bioensaio foi realizado seguindo delineamento inteiramente aleatorizado.

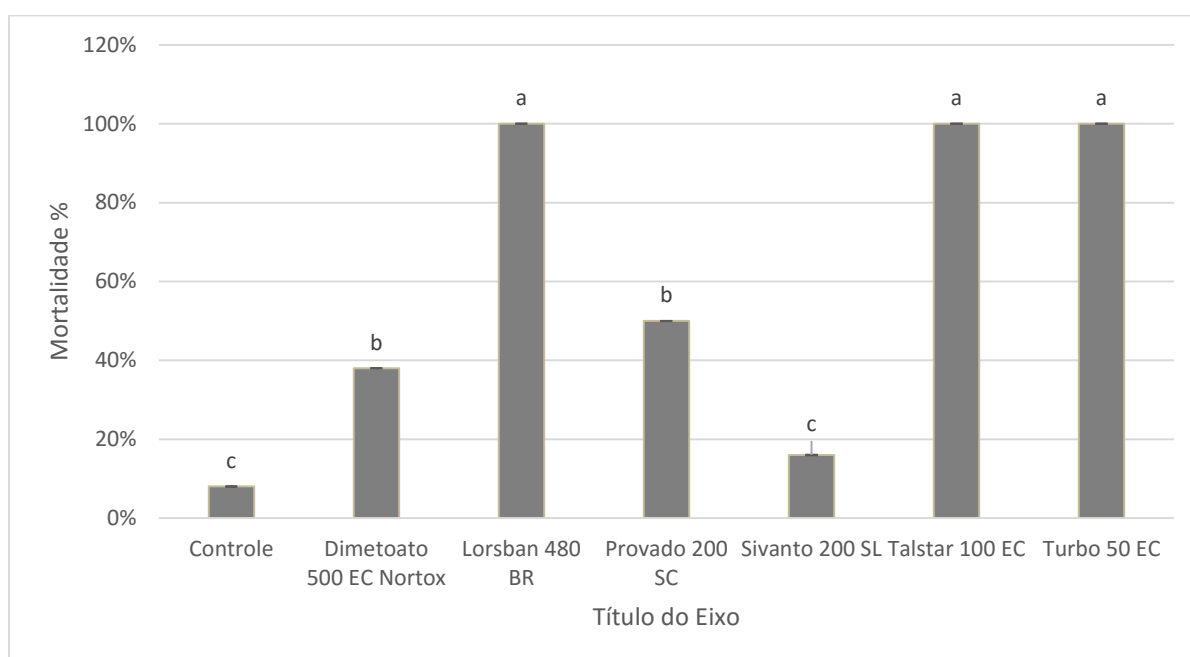
### 3.1.5 ANÁLISE DOS DADOS

Modelos lineares generalizados (NELDER; WEDDERBURN, 1972) com distribuição quase-binomial foram usados para análise dos dados de proporção de mortalidade. A qualidade do ajuste foi feita por meio do gráfico meio normal com envelope de simulação (HINDE; DEMÉTRIO, 1998). Quando houve diferenças significativas entre os tratamentos, múltiplas comparações, com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) foram feitas com a função "*glht*" do pacote "*multcomp*", com ajustes nos valores de  $p$ . Todas essas análises foram realizadas no software estatístico "*R*", versão 3.1.3 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

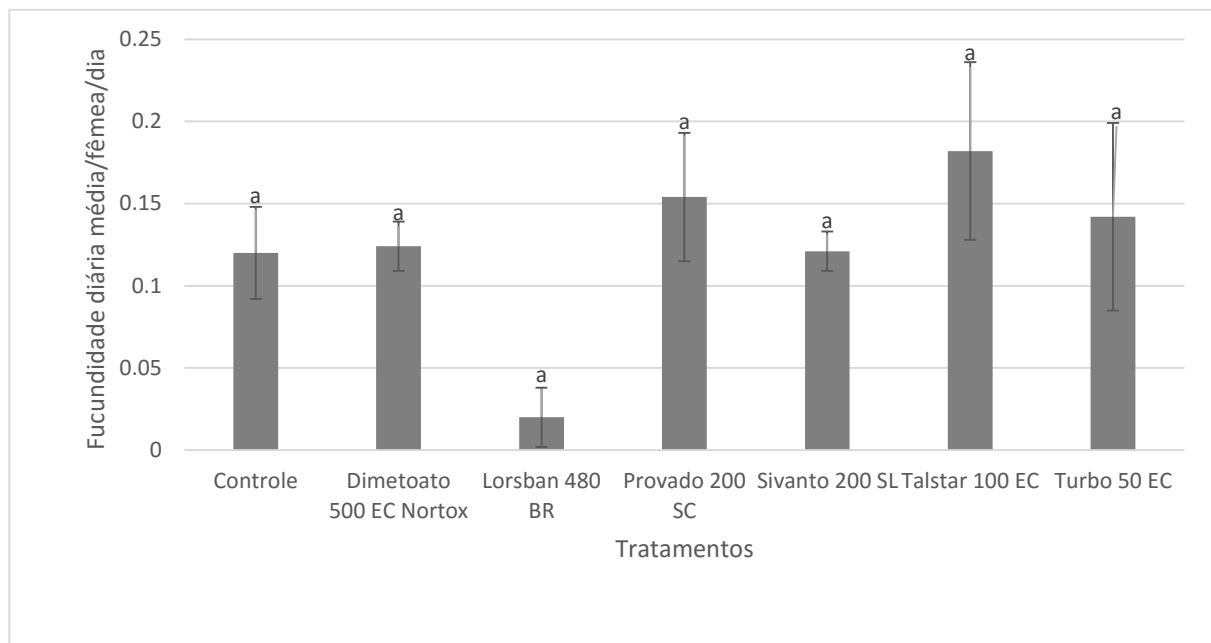
Os resultados indicaram que os inseticidas apresentaram diferentes níveis de toxicidade ao ácaro predador *I. zuluagai* variando de acordo com o grupo químico utilizado nos ensaios. A avaliação dos bioensaios revelaram que a exposição de ovos

e adultos de *Iphiseiodes zuluagai* aos inseticidas piretroides bifenthrin (Talstar® 100 EC) e beta-cyfluthrin (Turbo® 50 EC), e organofosforado chlorpyrifos (Lorsban® 480 BR) reduziram significativamente a sobrevivência dos adultos do ácaro, enquanto que, o organofosforado dimethoate (Dimetoato® 500 EC Nortox) e o neonicotinoide imidacloprid (Provado 200 SC®) apresentaram uma mortalidade significativamente maior que o controle, porém, o inseticida do grupo químico butenolida flupyradifurone (Sivanto® 200 SC) apresentou baixa mortalidade dos adultos, não diferindo do controle (Figura 1).

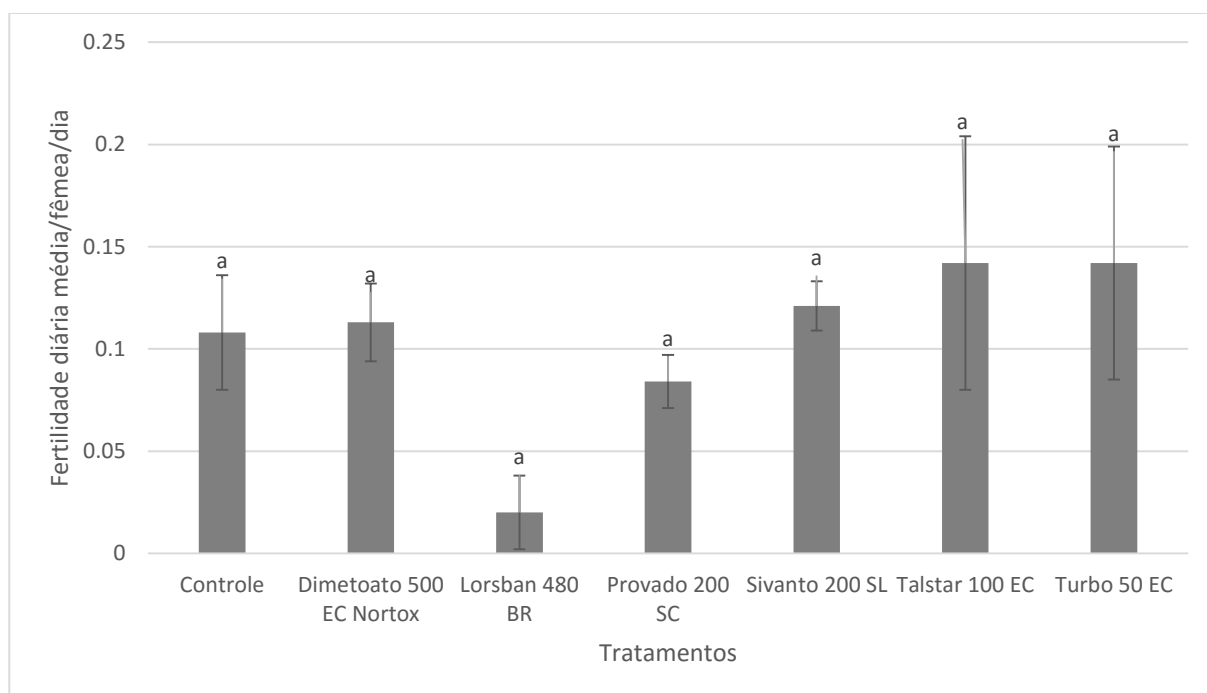


**Figura 1.** Porcentagem dos indivíduos mortos (eixo y) em função dos diferentes tratamentos (eixo x), na maior dose comercial para o controle de pragas em citros (eixo x), avaliações realizadas de 24 em 24 horas durante um período de oito dias. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Ao considerar os efeitos subletais (fecundidade e fertilidade) de *I. zuluagai*, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos e o controle (Figura 2 e 3).



**Figura 2.** Quantidade média diária de ovos por fêmea por dia (eixo y) em função dos diferentes tratamentos (eixo x), na maior dose comercial para o controle de pragas em citros (eixo x), avaliações realizadas de 24 em 24 horas durante um período de oito dias. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.



**Figura 3.** Quantidade média diária de larvas por fêmea por dia (eixo y) em função dos diferentes tratamentos (eixo x), na maior dose comercial para o controle de pragas em citros (eixo x), avaliações realizadas de 24 em 24 horas durante um período de oito dias. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Levando em consideração o efeito letal (mortalidade dos adultos) e subletais (fecundidade e fertilidade) sobre *I. zuluagai*, verificou-se que os inseticidas organofosforado dimethoate (Dimetoato® 500 EC Nortox) e butenolida flupyradifurone

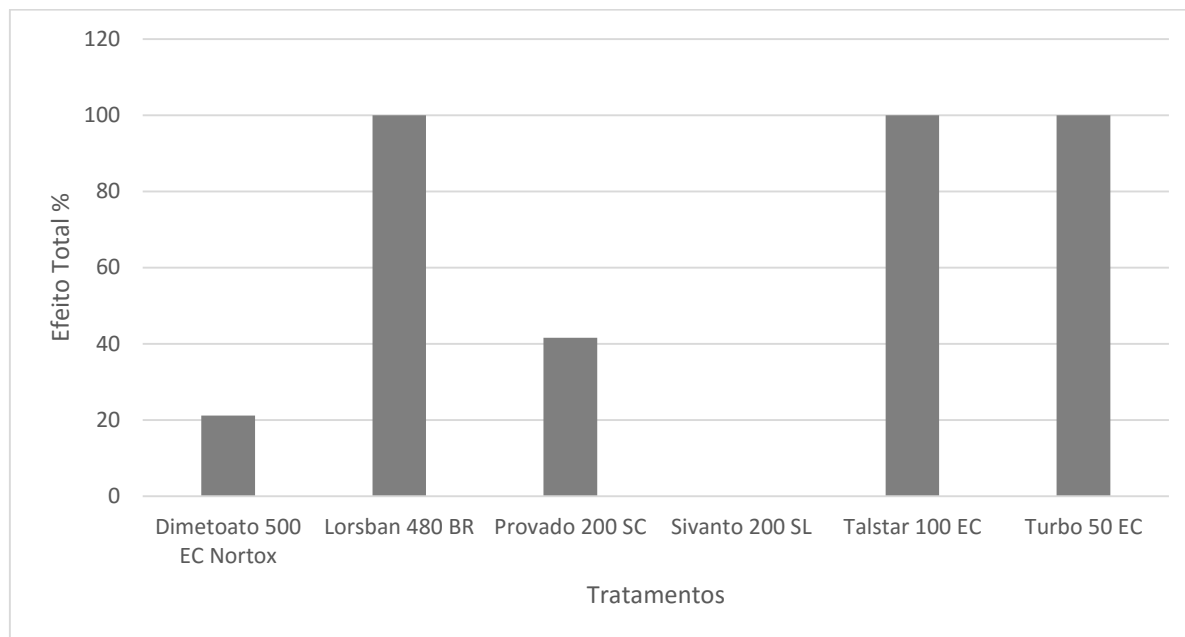
(Sivanto® 200SL) foram classificados como inócuo aos adultos de *I. zuluagai* (classe 1;  $E_x < 25\%$ ). Com base no efeito total dos produtos, os piretroides bifenthrin (Talstar® 100 EC) e beta-cyfluthrin (Turbo® 50 EC) e o organofosforado chlorpyrifos (Lorsban® 480 BR) foram considerados nocivos (classe 4,  $E_x > 75\%$ ) para *I. zuluagai*, enquanto que, neonicotinoide imidacloprid (Provado 200 SC®) foi levemente nocivo (classe 2,  $25\% \leq E_x \leq 50\%$ ), segundo a classificação classes de toxicidade estabelecidas pela IOBC/WPRS (Tabela 2 e Figura 4).

**Tabela 2.** Seletividade de inseticidas ao ácaro predador *Iphiseiodes Zuluagai*. Foi mantida em temperatura  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ; Fotofase: 14 horas

Tratamento	Mc <sup>1</sup>	Er <sup>2</sup>	$E_x(\%)^3$	Classe (IOBC/WPRS) 4
<b>Controle</b>	-	-	-	-
<b>Dimetoato® 500 EC Nortox</b>	32,61	1,171	21,15	1
<b>Lorsban® 480 BR</b>	100,00	0,033	100,00	4
<b>Provado 200 SC®</b>	50,00	1,075	41,57	2
<b>Sivanto® 200 SL</b>	8,96	1,116	0,00	1
<b>Talstar® 100 EC</b>	100,00	2,160	100,00	4
<b>Turbo® 50 EC</b>	100,00	1,689	100,00	4

<sup>1</sup> Mortalidade corrigida: Mc ; <sup>2</sup> Efeito na reprodução:  $Er = R \text{ trat.} / R \text{ test.}$ ; <sup>3</sup> Efeito total:  $100 - (100 - Mc) \times (N^\circ \text{ de ovos} / N^\circ \text{ de fêmeas vivas}) \times (N^\circ \text{ de ovos viáveis} / N^\circ \text{ de fêmeas vivas})$ ; <sup>4</sup> Classe de toxicidade proposta pela IOBC/WPRS para estudos de laboratório estendido: 1: inócuo ( $E_x < 25\%$ ); classe 2: levemente nocivo ( $25\% \leq E_x \leq 50\%$ ); classe 3: moderadamente nocivo ( $51\% \leq E_x \leq 75\%$ ) e classe 4: altamente nocivo ( $E_x > 75\%$ ) (VAN DE VEIRE et al., 2002).





**Figura 4.** Efeito total ( $100 - (100 - Mc) \times Er$ ;  $Er = (N^\circ \text{ de ovos} / N^\circ \text{ de fêmeas vivas}) \times (N^\circ \text{ de ovos viáveis} / N^\circ \text{ de fêmeas vivas})$ ) (eixo y) em função dos diferentes tratamentos (eixo x), na maior dose comercial para o controle de pragas em citros (eixo x), avaliações realizadas de 24 em 24 horas durante um período de oito dias.

Os resultados revelaram que os níveis de toxicidade dos inseticidas piretroides e o organofosforado clorpirifós (Lorsban® 480 BR) foram mais pronunciados do que os demais inseticidas. Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram aqueles observados por Reis et al. (1998) para o inseticida piretroide bifenthrin sobre o mesmo ácaro predador, *I. zuluagai*. Da mesma forma, também foi observado alta mortalidade de fêmeas de *Neoseiulus longispinosus* Evans (Acari: Phytoseiidae) (KONGCHUENSIN; TAKAFUJI, 2006) e *I. zuluagai* (FRAGOSO et al., 2002) quando expostos aos resíduos do inseticida organofosforado chlorpyrifos. Em ensaios com larvas de *Crysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), Silva et al. (2005) observaram que os inseticidas organofosforado chlorpyrifos (Lorsban® 480 BR) e piretroide beta-cyfluthrin (Turbo® 50 EC) foram nocivos (classe 4).

Em outros estudos, além da maior mortalidade, os inseticidas piretroides também reduziram a fecundidade deste predador e de outras espécies de fitoseídeos, incluindo *Amblyseius gossipi* El-Badr (ABOU-AWAD; EL-BANHAWYE, 1985), *Neoseiulus californicus* (McGregor) (MONTEIRO, 2001; CASTAGNOLI et al., 2005), *Neoseiulus fallacis* (German) (VILLANUEVA; WALGENBACH, 2005), *Typhlodromus pyri* Scheuten (BOWIE et al., 2001) *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (DUSO et al.,

2008) e *Galendromus accidentalis* (Nesbitt) (HAMBY et al., 2013; BEERS; SHMIDT, 2014) expostos aos resíduos de inseticidas piretroides.

Os resultados indicam que o uso desses inseticidas piretroides para o manejo pragas pode trazer grandes problemas para os programas de manejo integrado de pragas, cujos os princípios são baseados na conservação e aumento populacional de ácaros predadores como estratégia complementar para manter os níveis populacionais dos ácaros fitófagos abaixo do nível de dano econômico (ZANARDI et al., 2015).

Apesar dos piretroides serem considerados, em primeiro momento, incompatíveis com os programas de MIP, estudos apontam que esses produtos podem ser utilizados durante períodos de menos mobilidade e/ou densidade populacional do ácaro predador. Nas principais regiões de cultivo de citros do Brasil, Estados de São Paulo e Minas Gerais, esse período ocorre durante as estações chuvosas (primavera e verão), onde as condições climáticas são desfavoráveis para o desenvolvimento e reprodução do ácaro nos pomares cítricos (ALBUQUERQUE; MORAES, 2008).

A classe de toxicidade apresentada pelo inseticida neonicotinoide imidacloprid (Provado 200 SC®) a *I. zuluagai* foi a mesma observado por Zanardi et al. (2015) com a mesma espécie de ácaro predador, sendo que este autor constatou que esse inseticida também não afetou a duração e a sobrevivência dos estágios imaturos, mas reduziu levemente a fecundidade e a longevidade das fêmeas de *I. zuluagai*. Resíduos de imidacloprid também reduziram a fecundidade em fêmeas de *Galendromus occidentalis* Nesbitt (Acari: Phytoseiidae) (BOSTANIAN et al., 2009), *Neoseiulus fallacis* (Garman) (BOSTANIAN et al., 2010) e *Iphiseius degenerans* Berlese (Acari: Phytoseiidae) (DÖKER et al., 2014), demonstrando que esse inseticida pode afetar negativamente a reprodução dos ácaros. O fato da menor oviposição pode ser devido a menor alimentação das fêmeas mantidas sobre os resíduos (BOSTANIAN et al., 2009) e as alterações fisiológicas que afetam a quantidade e a qualidade dos ovos (ZENG, WANG, 2010).

Apesar do presente estudo ter apresentado baixa toxicidade aguda, pesquisas anteriores demonstraram diferentes níveis de toxicidade dos neonicotinoides aos ácaros predadores. Por exemplo, imidacloprid foi inócuo para *Agistemus fleshneri* (Summers) (Acari: Stigmaeidae) (BOSTANIAN; LAROCQUE, 2001), *Neoseiulus collegae* (DeLeon), *Phytoseiulus macropolis* (Banks) e *Proprioseiopsis mexicanus* (Garman) (MIZELL; SCONYERS, 1992), *Amblyseius womersleyi* Schicha (PARK;

YOO; LEE, 1996), *Amblyseius victoriensis* (Womersley) (JAMES, 1997) e *Phytoseiulus permilis* e *Neoseiulus californicus* (ARGOLO et al., 2013). Por outro lado, o mesmo, foi moderadamente nocivo para *T. californicus* (CASTAGNOLI et al., 2005) e *N. fallacis* (VILLANUEVA; WALGENBACH, 2005) e nocivo para *N. californicus* (CASTAGNOLI et al., 2005), *G. occidentalis* e *N. fallacis* (JAMES, 2003).

Diversas pesquisas apresentam diferentes resultados com relação ao inseticida organofosforado dimethoate sobre fitoseídeos. Sato et al. (2002) relatou baixa mortalidade e alta resistência de *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) confrontando os resultados de Philips et al. (1987) que verificou alta mortalidade de *Euseius tularensis* Congdon (Acari: Phytoseiidae) ao inseticida.

Com relação ao inseticida butenolida flupyradifurone são poucos os estudos relacionados ao grupo químico e ingrediente ativo. O modo de ação do produto é como um agonista de receptores nicotínicos de acetilcolina, sendo prontamente absorvido pelas plantas e translocado pelo xilema. Possui ação rápida no controle de sugadores. O grupo químico butenolida se difere dos neonicotinoides e sulfoximinas por conter um sistema farmacofóro com um novo suporte bioativo (JESCHKE et al., 2015).

Atualmente são conhecidos diversos casos de resistência em ácaros predadores da família Phytoseiidae (HOY, 1990), embora, a resistência a inseticidas não seja frequente em inimigos naturais (GEORGHIOU; LAGUNES-TEJEDA, 1991). Os ácaros fitoseídeos apresentam taxas reprodutivas elevadas, pseudo-arrenotoquia, exibem características de migração e atributos de colonização que favorecem a evolução da resistência a pesticidas, em uma escala microgeográfica (CROFT; VAN DE BAAN, 1988). Um dos fatores que favorecem o desenvolvimento da resistência dos fitoseídeos é o fato destes ácaros apresentarem ciclo biológico curto, podendo se desenvolver de ovo a adulto em uma semana (HOY, 1985). A resistência a pesticidas tem sido documentada em populações nativas de fitoseídeos, principalmente das espécies *Amblyseius fallacis* (Garman), *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt), *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot e *Typhlodromus pyri* Scheuten (CROFT; STRICKLER 1983; HOY, 1985).

Possivelmente os resultados apresentados neste estudo sejam mais drásticos se comparados com os ensaios de campo, pois, por ser um estudo de laboratório, os ácaros foram mantidos constantemente sobre os resíduos (ZANARDI et al., 2015). Essa hipótese é reforçada por Argolo et al. (2013) que avaliou o efeito de imidacloprid sobre *P. persimilis* e verificou que o inseticida afeta negativamente a sobrevivência

do ácaro em condições laboratoriais, porém, não altera sua eficácia no controle de ácaros-praga em sistema de produção de seedlings de tangerineira em casa de vegetação.

## 5 CONCLUSÕES

Os inseticidas utilizados no estudo não afetam a reprodução do predador *I. zuluagai*, porém, apresentam diferentes classes de toxicidade segundo os critérios da IOBC/WPRS.

O inseticida neonicotinoide imidacloprid (Provado 200 SC®) foi classificado como levemente nocivo ao ácaro *I. zuluagai*, uma das opções para seu uso é a aplicação em períodos de menor mobilidade e/ou densidade populacional do predador.

Os inseticidas piretroides bifenthrin (Talstar® 100EC) e beta-cyfluthrin (Turbo® 50 EC), e organofosforado chlorpyrifos (Lorsban® 480 BR) são nocivos ao predador *I. zuluagai* o que faz com que a recomendação destes produtos seja feita de forma criteriosa em programas que se preconiza integrar controle químico e biológico.

Finalizando, os estudos indicam que os inseticidas organofosforado dimethoate (Dimetoato ® 500 EC Nortox) e butenolida flupyradifurone (Sivanto® 200 SL) são os mais seletivos ao ácaro *I. zuluagai* e poderiam ser indicados em um programa de manejo integrado de pragas por proporcionarem a manutenção da população de *I. zuluagai*.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.

ABOU-AWAD, B.A.; EL-BANHAWY, E.M. Comparison between the toxicity of synthetic pyrethroids and other compounds to the predacious mite *Amblyseius gossipi* (Mesostigmata: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 185-191, 1985.

ALBUQUERQUE, F.A.; MORAES, G.J. Perspectivas para a criação massal de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 3, p. 328-333, 2008.

ANDRADE, D.J.; PATTARO, F.C.; MORAIS, M.R.; BARBOSA, C.L.; OLIVEIRA, C.A.L. Aspectos técnicos e econômicos da poda e do controle químico de *Brevipalpus*

*phoenicis* no manejo da leprose dos citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 409-424, 2013

ARGOLO, P.S.; BANYULS, N.; SANTIAGO, S.; MOLLÁ, Ó.; JACAS, J.A.; URBANEJA, A. Compatibility of *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) with imidacloprid to manage clementine nursery pests. **Crop Protection**, Guildford, v. 43, p. 175-182, 2013.

BEERS, E.H.; SCHMIDT, R.A. Impacts of orchard pesticides on *Galendromus occidentalis*: lethal and sublethal effects. **Crop Protection**, Guildford, v. 56, p. 16-24, 2014.

BELASQUE-JR, J.; BASSANEZI, R.B.; YAMAMOTO, P.T.; AYRES, A.J; TACHIBANA, A.; VIOLANTE, A.R; TANK-JUNIOR, A.; DI GIORGI, F.; TERSI, F. E.A.; MENEZES, G.M.; DRAGONE, J.; JANK-JUNIOR, R.H.; BOVÉ, J.M. Lessons from huanglongbing management in São Paulo state, Brazil. **Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 92, n. 2, p. 285-302, 2010.

BITTENCOURT, M.A.L.; CRUZ, F.Z.da. 1988. Toxicidade de produtos químicos sobre ácaros predadores (Acarina: Phytoseiidae) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.17, p. 249-261.

BOSTANIAN, N.J.; LAROCQUE, N. Laboratory tests to determine the intrinsic toxicity of four fungicides and two insecticides to the predacious mite *Agistemus fleschneri*. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 29, n. 3, p. 215-222, 2001.

BOSTANIAN, N.J.; HARDMAN, J.M.; THISTLEWOOD, H.A.; RACETTE, G. Effects of six selected orchard insecticides on *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in the laboratory. **Pest Management Science**, Sussex, v. 66, n. 11, p. 1263-1267, 2010.

BOSTANIAN, N.J.; THISTLEWOOD, H.A.; HARDMAN, J.M.; LAURINA, M.C.; RACETTE, G. Effect of seven new orchard pesticides on *Galendromus occidentalis* in laboratory studies. **Pest Management Science**, Sussex, v. 65, n. 6, p. 635-639, 2009.

BOWIE, M.H.; WORNER, S.P.; KRIPS, O.E.; PENMAN, D.R. Sublethal effects of esfenvalerate residues on pyrethroid resistant *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) and its prey *Panonychus ulmi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 25, n. 4, p. 311-319, 2001.

CASTAGNOLI, M.; LIGUORI, M.; SIMONI, S.; DUSO, C. Toxicity of some insecticides to *Tetranychus urticae*, *Neoseiulus californicus* and *Tydeus californicus*. **BioControl**, Dordrech, v. 50, n. 4, p. 611-622, 2005.

CHIAVEGATO, L.G. 1980. **Ácaros da cultura de citros**. p.469-491 In: RODRIGUES, O; VIÉGAS, F (eds.), Citricultura brasileira. Campinas, Cargill, 739p.

CROFT, B.A.; BLACKWOOD, J.S.; McMURTRY, J.A. Classifying life-style types of phytoseiid mites: diagnostic traits. **Experimental and Applied Acarology**. v.33, p.247-260, 2004.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de laranja**, terceiro levantamento, Brasília, DF, p. 01-11, 2013.

DÖKER, I.; PAPPAS, M.L.; SAMARAS, K.; TRIANTAFYLLOU, A.; KAZAK, C.; BROUFAS, G.D. Compatibility of reduced-risk insecticides with the non-target predatory mite *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). **Pest Management Science**, Sussex, 2014. In press.

DUSO, C.; MALAGNINI, V.; POZZEBON, A.; CASTAGNOLI, M.; LIGUORI, M.; SIMONI, S. Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to Mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari Tetranychidae, Phytoseiidae). **Biological Control**, Orlando, v. 47, n. 1, p. 16-21, 2008.

DUTCHER, J.D. **A review of resurgence and replacement causing pest outbreaks** in IPM. In: CIANCIO, A.; MUKERJI, K.G. (Ed.). General concepts in integrated pest and disease management. Amsterdam: Springer, 2007. chap. 2, p. 27-43.

FRAGOSO, D.B.; JUSSELINO-FILHO, P.; PALLINI-FILHO, A.; BADJI, C.A. Ação de inseticidas organofosforados utilizados no controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) sobre o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 463-467, 2002.

GALLO, D. et al. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. V. 10, p. 327-342.

GRAFTON-CARDWELL, E. E.; STELINSKI, L. L.; STANSLY, P. A. Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the Huanglongbing pathogens. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 58, p. 413-432, 2013.

GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, 1992.

HAMBY, K.A.; ALIFANO, J.A.; ZALOM, F.G. Total effects of contact and residual exposure of bifenthrin and  $\lambda$ -cyhalothrin on the predatory mite *Galendromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 61, n. 2, p. 183-193, 2013.

HASSAN, S.A.; ABDELGADER, H. A sequential testing program to assess the effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, Versailles, v. 24, n. 4, p. 71-81, 2001.

HINDE, J.; DEMÉTRIO, C. Overdispersion: models and estimation. **Computational Statistics and Data Analysis**, v. 27, p. 151-170, 1998.

HULL, L.A.; BEERS, E.H. Ecological selectivity: Modifying chemical control practices to preserve natural enemies, p. 103-122. In: HOY, M.A.; HERZOG, D.C. (Eds.),

Biological control in agricultural IPM systems. New York, **Academic Press Inc.**, 1985, 589p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE: Estatística de produção agrícola**, 2013. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr\\_201309.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201309.pdf)>. Acesso em 23 de junho de 2015.

JAMES, D. Imidacloprid increases egg production in *Amblyseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 21, n. 2, p. 75-82, 1997.

JAMES, D.G. Toxicity of imidacloprid to *Galendromus occidentalis*, *Neoseiulus fallacis* and *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae) from hops in Washington State, USA. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 31, n. 3/4, p. 275-281, 2003.

KONGCHUENSIN, M.; TAKAFUJI, A. Effects of some pesticides on the predatory mite, *Neoseiulus longispinosus* (Evans) (Gamasina: Phytoseiidae). **Journal of the Acarological Society of Japan**, Osaka, v. 15, n. 1, p. 17-27, 2006.

METCALF, R.L. **Insecticides in pest management**. In: METCALF, R.L. & LUCKMANN (Eds). Introduction to Insect Pest Management. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. p.245-314.

MIZELL, R.F.; SCONYERS, M.C. Toxicity of imidacloprid to selected arthropod predators in the laboratory. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 75, n. 2, p. 277-280, 1992.

MONTEIRO, L.B. Seletividade de inseticidas a *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae) em macieira, no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 589-592, 2001.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 135, p. 370-384, 1972.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. O retrato da citricultura brasileira. São Paulo: **Markestrat Centro de Pesquisa e Projetos em Marketing e Estratégia**, 2011. 71 p.

NORRIS, R.F.; CASWELL-CHEN, E.P.; KOGAN, M. **Concepts in Integrated Pest Management**, New Jersey, Prentice Hall, 2003. 586p.

PARK, C.G.; YOO, J.K.; LEE, J.O. Toxicity of some pesticides to twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and its predator *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). **Korean Journal of Applied Entomology**, Suwon, v. 35, n. 3, p. 232-237, 1996.

PARRA, J.R.P., BOTELHO, P.S.M., FERREIRA, B.S.C., BENTO, J.M.F. **Controle Biológico: Terminologia**. In: PARRA, J.R.P., BOTELHO, P.S.M., FERREIRA, B.S.C., BENTO, J.M.F. *Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores*, v.1, São Paulo. Ed. Manole, cap. 1, p. 01-16, 2002.

PARRA, J.R.P., TORRES, M.L.G., PEDRAZZOLI, A.L.P., PINTO, A.S. **Controle Biológico de pragas dos citros**. In: Yamamoto et al. *Manejo Integrado de Pragas dos Citros*, Piracicaba: CP 2, 2008.

PARRA, J.R.P. **O controle biológico e o manejo de pragas: passado, presente e futuro**. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (eds.) *Bases e técnicas do manejo de insetos*. Santa Matia, 2000. P. 59-70.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. 2014. 1706p.

REIS, P.R.; CHIAVEGATO, L.G.; ALVES, E.B. Biologia de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 185-191, 1998.

REIS, P.R.; CHIAVEGATO, L.G.; ALVES, E.B.; SOUSA, E.O. Ácaros da família Phytoseiidae associados aos citros no município de Lavras, Sul de Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 95-104, 2000.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C.; SOUSA, E.O.; TEODORO, A.V. Controle do *Brevipalpus phoenicis* em cafeeiro com produtos seletivos ácaros predadores. **Manejo Integrado de Pragas y Agroecologia**, Turrialba, v. 64, n. 2, p. 55-61, 2002.

RIBEIRO, L.P.; ZANARDI, O.Z.; VENDRAMIM, J.D.; YAMAMOTO, P.T. Comparative toxicity of an acetogenin-based extract and commercial pesticides against citrus red mite. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 64, n. 1, p. 87-98, 2014.

RIPPER, W.E.; GREENSLADE, R.M. & HARTLEY, G.S. Selective insecticides and biological control. **Journal of Economic Entomology**, Lanham v.44, n.4, p.448-458, 1951.

SATO, M.E.; RAGA, A.; CERÁVOLO, L.C.; ROSSI, A.C.; POTENZA, M.R. Ácaros predadores em pomar cítrico de Presidente Prudente, estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 3, p. 435-441, 1994.

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.

VAN DE VEIRE, M.; STERK, G.; VAN DER STAAIJ, M.; RAMAKERS, P.M.J.; TIRRY, L. Sequential testing scheme for the assessment of the side-effects of plant protection products on the predatory bug *Orius laevigatus*. **BioControl**, Dordrecht, v. 47, n. 1, p. 101-113, 2002.

VILLANUEVA, R.T.; WALGENBACH, J.F. Development, oviposition, and mortality of



*Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in response to reduced-risk insecticides. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 6, p. 2114-2120, 2005.

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.; GRAVENA, S. Influência da temperatura e fontes de alimento no desenvolvimento e oviposição de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, p.109-115, 1996.

YAMAMOTO, P.T.; ZANARDI, O.Z. Atualização de manejo do ácaro purpúreo *Panonychus citri*. **Revista Citricultura Atual**, Cordeirópolis, v. 96, 16-17, 2013.

ZANARDI, O.Z.; RIBEIRO, L.P.; ANSANTE, T.F.; SANTOS, M.S.; BORDINI, G.P.; YAMAMOTO, P.T.; VENDRAMIM, J.D. Bioactivity of a matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance. **Crop Protection**, Guildford, v. 67, p. 160-167, 2015.

ZENG, C.X.; WANG, J.J. Influence of exposure to imidacloprid on survivorship, reproduction and vitellin content of the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. **Journal of Insect Science**, Arizona, v. 10, n. 20, p. 1-9, 2010.