

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INTERAÇÕES INTRAGUILDA E TOXICIDADE DE AGROTÓXICOS  
A *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) E *Agistemus brasiliensis*  
MATIOLI, UECKERMANN & OLIVEIRA NO CONTROLE DE  
*Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES) EM CITROS**

**MARCOS ZATTI DA SILVA**

Biólogo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INTERAÇÕES INTRAGUILDA E TOXICIDADE DE AGROTÓXICOS  
A *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) E *Agistemus brasiliensis*  
MATIOLI, UECKERMANN & OLIVEIRA NO CONTROLE DE  
*Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES) EM CITROS**

**MARCOS ZATTI DA SILVA**

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Amadeu Leite de Oliveira**

**Co-orientador: Prof. Dr. Mario Eidi Sato**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2009

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**MARCOS ZATTI DA SILVA** - nasceu no dia 25 de dezembro de 1973, em Campinas, Estado de São Paulo, Biólogo, formado pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCC), concluiu o curso de licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, no ano de 2002. No período de 2000 a 2002 estagiou no Instituto Biológico, Campinas-SP, onde desenvolveu o trabalho intitulado "Manejo do ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch, na cultura de morango no estado de São Paulo" com bolsa de iniciação científica concedida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Em março de 2003 iniciou o mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola), UNESP/ FCAV, Campus de Jaboticabal, com bolsa concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), concluindo a dissertação "Potencialidade do *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) na predação de ácaros fitófagos na cultura dos citros no estado de São Paulo" em fevereiro de 2005. Em março de 2005 iniciou o doutorado em Agronomia (Entomologia Agrícola), UNESP/ FCAV, Campus de Jaboticabal com bolsa da CAPES.

Á Deus pela extraordinária força passada nos momentos difíceis durante esta jornada

A minha amada mãe, Francisca, e ao meu segundo pai Néilson, por me criar e educar de forma que eu pudesse alcançar meus objetivos. Aos meus irmãos Márcia e Marcelo por serem pessoas incríveis e fazerem parte de minha vida. Aos meus avôs Isabel e Salvador, orgulho de qualquer neto.

Dedico

A minha esposa, Geisa que me apóia, acompanha e auxilia-me nas atividades que tenho desenvolvido. Pela sua compreensão, estímulo e amor a mim dedicados por todo esse tempo.

Ofereço

## AGRADECIMENTOS

Aqui demonstro meus sinceros agradecimentos a todos, que de alguma forma, me ajudaram a desenvolver este trabalho, e especialmente aos Professores Dr. Carlos Amadeu Leite de Oliveira e Dr. Mário Eidi Sato, cuja ética, experiência e paciência me fazem orgulhar de tê-los como mestres e amigos.

Ao Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, do Instituto Biológico, Campinas-SP por sua dedicação e disponibilidade em transmitir os conhecimentos necessários para a identificação dos ácaros coletados na fazenda Santana.

Ao Prof. Gilberto José de Moraes, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba-SP, por sua disponibilidade em identificar e confirmar a espécie *Neoseiulus californicus*, objeto de estudo desta pesquisa.

Ao Dr. André Luiz Matioli, do Instituto Biológico, Campinas- SP em identificar e confirmar a espécie *Agistemus brasiliensis*, objeto de estudo desta pesquisa.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP- Jaboticabal, pela oportunidade de realização do doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudo para a realização desse trabalho.

Aos amigos do curso de Pós-Graduação – do Departamento de Fitossanidade da UNESP – Câmpus de Jaboticabal, pela convivência e amizade.

Aos professores e funcionários do Departamento de Fitossanidade, da UNESP – Câmpus de Jaboticabal, pela amizade e pronto atendimento.

Aos pesquisadores do Laboratório de Entomologia Econômica do Centro Experimental Central do Instituto Biológico, Adalton Raga, Dalva Gabriel, Romildo Cássio Siloto e Miguel Souza Filho pelo apoio e amizade.

Aos amigos do Laboratório de Entomologia Econômica do Instituto Biológico, Campinas, SP, pela convivência e amizade.

A Fischer pelo apoio oferecido, disponibilizando pessoal, equipamentos e toda infra-estrutura para a realização desse trabalho realizado na Fazenda Santana.

Aos amigos da Fazenda Santana e em especial ao colega Celso Nogueira que apoiou integralmente esse estudo, e a funcionária Cleide responsável direta pelo bom andamento da pesquisa conduzida em campo

**A todos, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, agradeço.**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
RESUMO.....	xv
SUMMARY.....	xvii
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>1</b>
1. Considerações gerais.....	2
1. 1. Aspectos gerais da citricultura brasileira.....	2
1. 2. <i>Brevipalpus phoenicis</i> : Aspectos morfológicos e bioecológicos.....	3
1.2.1. Medidas de controle da leprose dos citros.....	5
1.3. Ácaros predadores associados aos citros.....	6
1.4. Resistência a agrotóxicos em fitoseídeos .....	7
1.5. <i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor).....	9
1.6. Interações de ácaros predadores das famílias Phytoseiidae e Stigmeidae.....	11
2. Objetivos gerais.....	13
2.1. Objetivos específicos.....	13
<b>CAPÍTULO 2 - SELETIVIDADE DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA CITRICULTURA SOBRE O ÁCARO PREDADOR <i>Agistemus brasiliensis</i> MATIOLI, UECKERMANN &amp; OLIVEIRA (ACARI: STIGMAEIDAE).....</b>	<b>14</b>
Resumo.....	15
Summary.....	16
1. Introdução.....	17
2. Material e Métodos.....	19
2.1. Criação dos ácaros utilizados nos estudos.....	19
2.2. Delineamento experimental e condução dos bioensaios.....	20
2.3. Critérios de avaliação.....	21

3. Resultados e Discussão.....	22
4. Conclusões.....	28

**CAPÍTULO 3 - TOXICIDADE DIFERENCIAL DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS EM CITROS SOBRE *Neoseiulus californicus* (McGREGOR), *Euseius concordis* (CHANT) E *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES) (ACARI: PHYTOSEIIDAE E TENUIPALPIDAE)**.....

Resumo.....	29
Summary.....	30
1. Introdução.....	31
2. Material e Métodos.....	32
2.1. Origem e criação dos ácaros utilizados nos bioensaios.....	33
2.2. Obtenção das curvas de concentração-mortalidade.....	35
3. Resultados e Discussão.....	36
4. Conclusões.....	48

**CAPÍTULO 4 - INTERAÇÕES INTRAGUILDA ENVOLVENDO OS ÁCAROS *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) E *Euseius concordis* (CHANT) (ACARI: PHYTOSEIIDAE), *Agistemus brasiliensis* MATIOLI, UECKERMANN & OLIVEIRA (ACARI: STIGMAEIDAE) E *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES) (ACARI: TENUIPALPIDAE)**.....

Resumo.....	49
Summary.....	50
1. Introdução.....	52
2. Material e Métodos.....	54
2.1. Criação dos ácaros utilizados nos estudos.....	55
2.2. Interações de ácaros das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae.....	56
2.2.1. Interação <i>N. californicus</i> x <i>A. brasiliensis</i> .....	57
2.2.2. Interação <i>N. californicus</i> x <i>E. concordis</i> .....	58
3. Resultados e Discussão.....	60

3.1. Interação <i>N. californicus</i> x <i>A. brasiliensis</i> .....	60
3.1.1. Experimento 1 - Predação por fêmeas adultas de <i>N. californicus</i> .....	60
3.1.2. Experimento 2 – Predação por fêmeas adultas de <i>A. brasiliensis</i> .....	65
3.2. Interação <i>N. californicus</i> e <i>E. concordis</i> .....	70
3.2.1. Experimento 1 - Predação por fêmea adulta de <i>N. californicus</i> .....	70
3.2.2. Experimento 2 - Predação por fêmea adulta de <i>E. concordis</i> .....	74
4. Conclusões.....	79
<b>CAPÍTULO 5 - POTENCIAL DE ESTABELECIMENTO DE <i>Neoseiulus californicus</i> (McGREGOR) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) E PREDÇÃO DE ÁCAROS FITÓFAGOS EM CITROS, NO ESTADO DE SÃO PAULO</b> .....	80
Resumo.....	81
Summary.....	82
1. Introdução.....	83
2. Material e Métodos.....	85
2.1. Origem e criação de <i>Neoseiulus californicus</i> .....	85
2.2. Delineamento experimental.....	85
3. Resultados e Discussão.....	89
4. Conclusões.....	99
REFERÊNCIAS.....	100

## LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
 <b>CAPÍTULO 2</b>	
1. Relação dos tratamentos estabelecidos para o bioensaio de seletividade de agrotóxicos em <i>Agistemus brasiliensis</i> . Campinas-SP, 2008.....	20
2. Teste de seletividade sobre fêmeas adultas de <i>Agistemus brasiliensis</i> , em folhas de citros. Campinas-SP, 2008.....	23
 <b>CAPÍTULO 3</b>	
1. Efeito de agrotóxicos em <i>Brevipalpus phoenicis</i> : CL50 e CL90, intervalos de confiança (I.C.) a 95%, coeficiente angular e erro padrão da média (EPM); Qui-quadrado ( $\chi^2$ ); graus de liberdade (G.L.).....	37
2. Efeito de agrotóxicos em <i>Neoseiulus californicus</i> : CL50 e CL90, intervalos de confiança (I.C.) a 95%, coeficiente angular e erro padrão da média (EPM); Qui-quadrado ( $\chi^2$ ); graus de liberdade (G.L.).....	39
3. Efeito de agrotóxicos em <i>Euseius concordis</i> coletado no município de Descalvado: CL50 e CL90, intervalos de confiança (I.C.) a 95%, coeficiente angular e erro padrão da média (EPM); Qui-quadrado ( $\chi^2$ ); graus de liberdade (G.L.).....	42
4. Efeito de agrotóxicos em <i>Euseius concordis</i> coletado no município de Jaboticabal: CL50 e CL90, intervalos de confiança (I.C.) a 95%, coeficiente	

angular e erro padrão da média (EPM); Qui-quadrado ( $\chi^2$ ); graus de liberdade (G.L.)..... 43

5. Testes toxicológicos com agrotóxicos: concentração letal média (CL<sub>50</sub>) e toxicidade diferencial (TD)..... 45

#### CAPÍTULO 4

1. Relação entre o número de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Agistemus brasiliensis*) oferecidos e o número de ovos da presa consumidos por *Neoseiulus californicus*: Y = número de ovos consumidos/fêmea/dia; x = número de ovos da presa oferecidos (densidade por arena); coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>); valores de F; G.L. (graus de liberdade) e P (probabilidade).. 61

2. Relação entre consumo de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Agistemus brasiliensis*) e taxa de oviposição (número de ovos/fêmea/dia) do predador *Neoseiulus californicus*: Y = número de ovos postos/fêmea do predador/dia; x = número de ovos da presa consumidos/fêmea do predador/dia; coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>); valores de F; G.L. (graus de liberdade) e P (probabilidade)..... 62

3. Relação entre o número de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Neoseiulus californicus*) oferecidos e o número de ovos da presa consumidos por *Agistemus brasiliensis*: Y = número de ovos consumidos/fêmea/dia; x = número de ovos da presa oferecidos (densidade por arena); coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>); valores de F; G.L. (graus de liberdade) e P (probabilidade).. 66

4. Relação entre consumo de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Neoseiulus californicus*) e taxa de oviposição (número de ovos/fêmea/dia) do predador *Agistemus brasiliensis*: Y = número de ovos postos/fêmea do

- predador/dia;  $x$  = número de ovos da presa consumidos/fêmea do predador/dia; coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)..... 68
- 5.** Relação entre o número de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Euseius concordis*) oferecidos e o número de ovos da presa consumidos por *Neoseiulus californicus*:  $Y$  = número de ovos consumidos/fêmea/dia;  $x$  = número de ovos da presa oferecidos (densidade por arena); coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)..... 72
- 6.** Relação entre consumo de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Euseius concordis*) e taxa de oviposição (número de ovos/fêmea/dia) do predador *Neoseiulus californicus*:  $Y$  = número de ovos postos/fêmea do predador/dia;  $x$  = número de ovos da presa consumidos/fêmea do predador/dia; coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)..... 73
- 7.** Relação entre o número de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Neoseiulus californicus*) oferecidos e o número de ovos da presa consumidos por *Euseius concordis*:  $Y$  = número de consumidos/fêmea/dia;  $x$  = número de ovos da presa oferecidos (densidade por arena); coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)..... 75
- 8.** Relação entre consumo de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Neoseiulus californicus*) e taxa de oviposição (número de ovos/fêmea/dia) do predador *Euseius concordis*:  $Y$  = número de ovos postos/fêmea do predador/dia;  $x$  = número de ovos da presa consumidos/fêmea do predador/dia; coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de

liberdade) e  $P$  (probabilidade)..... 77

9. Comparação entre as taxas de consumo e oviposição de *Neoseiulus californicus* e *Euseius concordis*, quando alimentados apenas de ovos de *Brevipalpus phoenicis*, na densidade de 60 ovos por arena: Número de ovos consumidos (de *B. phoenicis*) ou depositados pelas fêmeas de um dos fitoseídeos; valores de  $t$ , G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)..... 78

## CAPÍTULO 5

1. Tratamentos utilizados nos ensaios de campo em Descalvado-SP, 2008..... 86

2. Ácaros coletados em frutos de laranjeira (*Citrus sinensis*) nos diferentes tratamentos: 1) testemunha; 2) liberação de *Neoseiulus californicus* + aplicação de acephate; 3) liberação de *N. californicus*; 4) aplicação de propargite; 5) aplicação de acephate; totais de ácaros e hábitos alimentares. Descalvado-SP, 28/02/2007 a 22/02/2008..... 90

3. Ácaros coletados em folhas de laranjeira (*Citrus sinensis*) nos diferentes tratamentos: 1) testemunha; 2) liberação de *Neoseiulus californicus* + aplicação de acephate; 3) liberação de *N. californicus*; 4) aplicação de propargite; 5) aplicação de acephate; totais de ácaros e hábitos alimentares. Descalvado-SP, 28/02/2007 a 22/02/2008..... 92

4. Número médio de ácaros por parcela (somatório de 13 coletas), em pomar de citros nos diferentes tratamentos: 1) testemunha; 2) liberação de *Neoseiulus californicus* (*N.c.*) + aplicação de acephate; 3) liberação de *N. californicus*; 4) aplicação de propargite; 5) aplicação de acephate. Descalvado-SP, 28/02/2007 a 22/02/2008..... 95

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
 <b>CAPÍTULO 2</b>	
<p>1. Mortalidade corrigida (<math>\pm</math> EP) de fêmeas de <i>Agistemus brasiliensis</i> Matioli, Ueckermann &amp; Oliveira, avaliada 72 horas após a aplicação dos produtos. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste Tukey.....</p>	24
 <b>CAPÍTULO 4</b>	
<p>1. Consumo diário (média <math>\pm</math> erro-padrão) de ovos de <i>Brevipalpus phoenicis</i> e <i>Agistemus brasiliensis</i> por <i>Neoseiulus californicus</i>. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.....</p>	61
<p>2. Oviposição diária (média <math>\pm</math> erro-padrão) por fêmea de <i>Neoseiulus californicus</i>, para as diferentes densidades de ovos das presas <i>Brevipalpus phoenicis</i> e <i>Agistemus brasiliensis</i>. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.....</p>	62
<p>3. Consumo diário (média <math>\pm</math> erro-padrão) de ovos de <i>Brevipalpus phoenicis</i> e <i>Neoseiulus californicus</i> por <i>Agistemus brasiliensis</i>. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.....</p>	66
<p>4. Oviposição diária (média <math>\pm</math> erro-padrão) por fêmea de <i>Agistemus</i></p>	

<i>brasiliensis</i> , nas diferentes densidades de ovos das presas <i>Brevipalpus phoenicis</i> e <i>Neoseiulus californicus</i> . Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.....	68
<b>5.</b> Consumo (média $\pm$ erro-padrão) de ovos de <i>Brevipalpus phoenicis</i> e <i>Euseius concordis</i> por <i>Neoseiulus californicus</i> . Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade...	72
<b>6.</b> Oviposição (média $\pm$ erro-padrão) de <i>Neoseiulus californicus</i> , nas diferentes densidades de ovos das presas <i>Brevipalpus phoenicis</i> e <i>Euseius concordis</i> . Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.....	73
<b>7.</b> Consumo (média $\pm$ erro-padrão) de ovos de <i>Brevipalpus phoenicis</i> e <i>Neoseiulus californicus</i> por <i>Euseius concordis</i> . Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade...	75
<b>8.</b> Oviposição (média $\pm$ erro-padrão) de <i>Euseius concordis</i> , para as diferentes densidades de ovos das presas <i>Brevipalpus phoenicis</i> e <i>Neoseiulus californicus</i> . Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.....	77

**INTERAÇÕES INTRAGUILDA E TOXICIDADE DE AGROTÓXICOS A *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) E *Agistemus brasiliensis* MATIOLI, UECKERMANN & OLIVEIRA NO CONTROLE DE *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES) EM CITROS**

**RESUMO**--- O Brasil é considerado o maior produtor e exportador citros. Embora competitiva, a citricultura brasileira é bastante vulnerável, em função da constante ameaça de pragas e doenças que, podem, em determinadas circunstâncias, tornarem-se fatores limitantes a produção. Dentre as pragas de importância econômica para a citricultura, o ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) é apontado como uma das principais, sendo responsável por uma parcela significativa do custo da produção de citros no Brasil, devido à necessidade de freqüentes aplicações de acaricidas para o seu controle. Dentre os agentes de controle biológico, os ácaros das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae são os de maior importância. Os ácaros dessas famílias coexistem em diversas culturas, e freqüentemente promovem o controle biológico de ácaros-praga e interagem entre si através de competição por presas ou pela predação interespecífica. Assim sendo, o objetivo da pesquisa foi conhecer as possíveis interações entre os membros das diferentes espécies de ácaros presentes em pomares cítricos do Estado de São Paulo, além de avaliar o efeito de agrotóxicos sobre ácaros predadores (Phytoseiidae e Stigmaeidae) encontrados em citros, e estudar a viabilidade de uso de *Neoseiulus californicus* (McGregor) para o controle de *B. phoenicis* na cultura. Um dos possíveis problemas relacionados à liberação de ácaros predadores visando ao controle de ácaros-praga seria o fato de que estes inimigos naturais poderiam ser mortos devido à aplicação de agrotóxicos. A introdução de populações de fitoseídeos tolerantes ou resistentes a produtos químicos em agroecossistemas citrícolas, possibilitaria a manutenção de um ambiente favorável ao controle biológico exercido pelos predadores, mesmo diante da aplicação de agrotóxicos, sem o efeito negativo sobre a mortalidade destes inimigos naturais. Uma linhagem de *N. californicus*, coletada de morangueiro no município de Atibaia-SP, mostrou-se tolerante ou resistente a diversos agrotóxicos utilizados em citros no Brasil. Esse ácaro fitoseídeo consome ovos de *B.*

*phoenicis* e é fácil de ser criado em laboratório. A introdução dessa espécie em pomares citricos pode reduzir a necessidade de uso de acaricidas, e conseqüentemente, os custos de produção e quantidade de resíduos no produto final, acompanhando desse modo, as exigências de um mercado que vem se tornando a cada dia mais exigente. Diante disso, o estudo aborda os seguintes assuntos: 1) seletividade de agrotóxicos sobre *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira (Acari: Stigmaeidae); 2) toxicidade diferencial de agrotóxicos utilizados em citros sobre *N. californicus* e *Euseius concordis* (Chant) e *B. phoenicis*; 3) interações intraguildd envolvendo os ácaros *N. californicus* e *E. concordis*, *A. brasiliensis* e *B. phoenicis*; 4) potencial de estabelecimento de *N. californicus* e predação de ácaros fitófagos em citros no estado de São Paulo.

**INTRAGUILD INTERACTIONS AND PESTICIDE TOXICITY IN *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) AND *Agistemus brasiliensis* MATIOLI, UECKERMANN & OLIVEIRA FOR THE CONTROL OF *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES) ON CITRUS**

**SUMMARY** - Brazil is considered the world's largest citrus grower and orange juice exporter. Although it is competitive, the Brazilian citriculture is vulnerable, in function of constant threats from pests and diseases, which, in certain circumstances, may become limiting factors to the production. Among the pests of economic importance, the mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) is considered one of the main pests, responsible for a significant portion of citrus production cost in Brazil, because of the necessity of frequent acaricide applications for its control. Among the biological control agents, the mites of the families Phytoseiidae and Stigmaeidae are the most important. The mites of these families coexist on several crops, and frequently promote the biological control of pest mites and interact with each other through the competition for prey or by interspecific predation. Therefore, the objective of this research was to understand the possible interactions among members of different mite species present in citrus orchards in the State of São Paulo, as well as to evaluate the effect of pesticides on the predaceous mites found on citrus; and to study the viability of the use of *Neoseiulus californicus* (McGregor) for the control of *B. phoenicis* on this crop. One of the possible problems related to predaceous mite releases aiming at the control of pest mites is the fact that these natural enemies can be killed by the applications of pesticides. The introduction of populations of phytoseiid mites which are resistant or tolerant to pesticides in citrus agroecosystems may contribute to keep a favorable environment for the biological control exerted by the predators, even in conditions of pesticide applications, without the negative effect on the mortality of these natural enemies. A strain of *N. californicus*, collected from a strawberry field in Atibaia County, State of São Paulo, has shown to be resistant or tolerant to several pesticides used on citrus in Brazil. This phytoseiid mite preys on eggs of *B. phoenicis* and is easily reared in laboratory conditions. The introduction of this phytoseiid species in citrus orchards may reduce the necessity of acaricide applications, and

consequently, the production cost and the quantity of pesticide residues on the final product, following in this way, the requirements of a market, which is every day becoming more exigent. This study will include the following aspects: 1) selectivity of pesticides on *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira (Acari: Stigmaeidae); differential toxicity of agrochemicals, used on citrus, on *N. californicus* and *Euseius concordis* (Chant) and *B. phoenicis*; intraguild interactions involving the mites *N. californicus* and *E. concordis*, *A. brasiliensis* and *B. phoenicis*; potential of establishment of *N. californicus* and predation of phytophagous mites on citrus in the State of São Paulo.

## **CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## 1. Considerações gerais

### 1.1. Aspectos gerais da citricultura brasileira

O Brasil é considerado o maior produtor e exportador de citros. De julho de 2007 a Julho de 2008, a receita total obtida com sucos cítricos foi de US\$ 2,031 bilhões, com aumento de 0,7% em relação à safra 2006/2007, com exportação de 1,393 milhão de toneladas de suco de laranja em 2006/2007, gerando milhares de empregos diretos e indiretos decorrentes da colheita (SECEX, 2008). Dentre as regiões produtoras brasileiras, destaca-se o Estado de São Paulo, com o maior parque citrícola, representado por 625 mil hectares e cerca de 211 milhões de plantas, correspondendo a 80% da produção nacional de citros (BOTEON & NEVES, 2005).

Embora competitiva, a citricultura brasileira é bastante vulnerável, em função da estreita base genética e da constante ameaça de pragas e doenças que, agindo em conjunto ou isoladamente, podem, em determinadas circunstâncias, tornarem-se fatores limitantes a produção de citros (RODRIGUES, 2000). Segundo dados do IBGE, as estimativas de perdas ocasionadas por pragas em citros superam 189 milhões de dólares anualmente (BENTO, 2000).

Dentre as pragas de importância econômica para a citricultura, o ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) é apontado como uma das principais. Este ácaro é responsável pela transmissão do vírus da leprose dos citros (CiLV) que está associado a sintomas, como lesões localizadas em frutos, ramos e folhas, queda prematura de frutos, desfolhamento e morte de ramos, que levam as planta a um sério declínio (RODRIGUES et al., 2003). A doença é apontada como um dos principais fatores para a redução da produtividade de laranja no Estado de São Paulo (GUIRADO & SILVÉRIO, 1992).

O ácaro da leprose é responsável por uma parcela significativa do custo da produção de citros no Brasil, devido à necessidade de freqüentes aplicações de acaricidas para o seu controle. Em 2004, foram gastos aproximadamente US\$ 80 milhões com acaricidas na citricultura brasileira, representando mais de 50% dos custos com todas as classes de defensivos agrícolas utilizados em citros (NEVES et al., 2004). Um dos

problemas causados por essas freqüentes aplicações é o desenvolvimento da resistência desse ácaro a alguns acaricidas utilizados na cultura (OMOTO et al., 2000). Outro problema associado ao uso excessivo de agrotóxicos é a eliminação dos inimigos naturais e o favorecimento da ressurgência de pragas (VAN DE VRIE et al., 1972).

Diante desta situação, a integração do controle químico e biológico para o manejo de ácaros fitófagos é uma alternativa. O Manejo Integrado de Pragas (MIP) tende a proporcionar um melhor equilíbrio ecológico entre as pragas e seus inimigos naturais (KOGAN, 1998), sendo importante a utilização de estratégias que favoreçam esse equilíbrio. Neste aspecto, a escolha de agrotóxicos seletivos é indispensável para minimizar os efeitos negativos sobre os organismos benéficos. Outra possibilidade é a liberação de ácaros predadores resistentes a produtos de largo espectro de ação, como piretróides e organofosforados (CROFT & BARNES, 1972).

A resistência entre os artrópodes fitófagos e seus inimigos naturais apresenta efeitos contrastantes, sendo que para os fitófagos a resistência intensifica sua condição de praga reduzindo as possibilidades de manejo. Por outro lado, a evolução da resistência em populações de inimigos naturais pode contribuir de maneira significativa para o MIP, pela conservação desses organismos, mesmo após aplicações de produtos considerados nocivos a eles (CROFT, 1990). De forma sintética, a introdução de linhagens de inimigos naturais resistentes a agrotóxicos tem sido muitas vezes efetiva, sendo essa tática uma forma análoga ao controle biológico clássico, utilizando-se, porém, um biótipo diferenciado de inimigo natural (DUNLEY et al., 1991).

## **1.2. *Brevipalpus phoenicis*: Aspectos morfológicos e bioecológicos**

O ácaro da leprose, *B. phoenicis* pertence à família Tenuipalpidae Berlese. Este ácaro passa pela fase de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. As fêmeas alcançam 0,3 x 0,18mm e sua coloração é variável. Diferenças na idade, alimento e condições de temperatura têm grande influência na cor do corpo. Nas recém emergidas, a área entre os ocelos (que são vermelhos) é alaranjada e o restante do corpo é amarelo clara, translúcido com algumas manchas pardas. À medida que a fêmea se alimenta, um nítido

padrão verde-escuro a negro, em “H”, aparece no idiossoma. Este padrão desaparece gradativamente e as fêmeas adquirem novamente a coloração alaranjada a carmim pouco antes da sua morte. O macho tem o corpo afilado posteriormente. Dorsalmente, mostra duas suturas transversais. O tegumento é reticulado (FLECHTMANN et al., 1995).

A reprodução se dá mediante partenogênese telítoca, isto é, a fêmea realiza a postura de ovos que originam a progênie, sem necessidade do macho, resultando em populações geneticamente idênticas (HELLE et al., 1980).

Durante as últimas décadas, os ácaros pertencentes a esta família vêm sendo associados com doenças vegetais, semelhantes às de vírus em diferentes regiões do mundo. No Brasil, foi comprovada a transmissão experimental da leprose dos citros pelo ácaro *B. phoenicis* (MUSUMECI & ROSSETTI, 1963).

O ácaro da leprose ocorre durante todo o ano em citros, porém há determinados períodos em que sua população atinge níveis mais elevados. Vários são os fatores que interferem em sua flutuação populacional, entre os quais, destacam-se: a fenologia das plantas, a variedade cítrica, a presença de predadores e os elementos meteorológicos que podem atuar diretamente sobre a população ou indiretamente, ao propiciarem condições para o desenvolvimento de possíveis agentes patogênicos que agem sobre os ácaros. Estudos realizados na região de Bebedouro-SP, mostraram que nos períodos mais chuvosos e, conseqüentemente, com maior umidade relativa do ar, entre os meses de outubro e março, há uma menor ocorrência do acarino, e à medida que as chuvas se tornam escassas, no período de abril a setembro, o ácaro atinge níveis populacionais mais elevados (OLIVEIRA, 1995).

*Brevipalpus phoenicis* é encontrado nas regiões tropicais de todo o mundo e, em regiões de clima frio, no interior de casas de vegetação; é uma espécie polífaga com enorme gama de hospedeiros, os quais podem manter e/ou incrementar suas populações. Essas plantas podem comportar-se como hospedeiras do vírus, o que representa um risco muito grande para a citricultura por se constituírem em focos de infecção, aumentando sobremaneira a probabilidade de contaminação do ácaro e, conseqüentemente, a disseminação da leprose. TRINDADE & CHIAVEGATO (1994) constataram a presença de *B. phoenicis* em 34 espécies botânicas no Estado de São

Paulo, dentre as quais, além de *Citrus sinensis*, destacam-se *Azalea sp.*, *Coffea arábica*, *Hibiscus sp.*, e as invasoras *Latana camara*, *Bidens pilosa*, *Ipomea spp.*, *Sida sp.*, *S. cordifolia* e *S. rhombifolia*. Além das espécies mencionadas MAIA & OLIVEIRA (2004), também constataram a presença de *B. phoenicis* em *Ageratum conyzoides*, *Bixa orellana* e *Commelina benghalensis*.

### 1.2.1. Medidas de controle da leprose dos citros

As medidas preconizadas para o controle da leprose são baseadas na redução das fontes de inóculo do vírus e da população do ácaro vetor. No primeiro caso, recomendam-se plantios de mudas sadias (ROSSETTI et al., 1997), podas de limpeza nos meses de junho e julho para eliminar os ramos secos e/ou muito lesionados pela leprose (CATI, 1997; ROSSETTI et al., 1997), catação e remoção de frutos manchados, velhos e caídos (BUSOLI, 1995), e colheita antecipada dos frutos (OLIVEIRA, 1986).

No segundo caso, medidas como plantio de mudas isentas do ácaro vetor, desinfestação de caixas de coleta e veículos (ROSSETTI et al., 1997), utilização de medidas que favoreçam a população de inimigos naturais (YAMAMOTO et al., 1992), controle da verrugose nos frutos (CATI, 1997), controle de plantas daninhas hospedeiras do ácaro (TRINDADE & CHIAVEGATO, 1994), uso de espécies menos favoráveis ao ácaro da leprose como cobertura verde (GRAVENA et al., 1992) e/ou na instalação de quebra-vento (FEICHTENBERG, 2000) têm sido recomendadas.

No caso da utilização de cercas-vivas, pode-se utilizar *Euphorbia millii*, que não permite o desenvolvimento do ácaro da leprose. Apesar de hospedarem o ácaro, *Pinus spp.* e *Bouganvillea glabra* são menos favoráveis ao seu desenvolvimento. As plantas daninhas, como *Sida sp.*, *Ageratum conyzoides*, *Commelina benghalensis* e *Bidens pilosa* devem ser eliminados do pomar, pois são hospedeiras do ácaro (FUNDECITRUS, 2003; MAIA & OLIVEIRA, 2004).

As inspeções regulares são necessárias para se determinar a tomada de decisão da necessidade ou não da realização de controle, e que, somadas ao uso adequado de equipamentos de aplicação, possibilitam um controle efetivo do ácaro.

A aplicação de produtos químicos é indispensável, e a sua escolha deverá recair naqueles que, além de eficientes contra o organismo-alvo, sejam seletivos aos inimigos naturais, ressaltando os ácaros fitoseídeos, por serem os principais predadores dos ácaros fitófagos.

### 1.3. Ácaros predadores associados aos citros

Dentre os inimigos naturais presentes em citros, aqueles pertencentes à família Phytoseiidae são considerados como os mais importantes, devido ao seu potencial como agente regulador de populações de ácaros fitófagos (McMURTRY et al., 1970; HELLE & SABELIS, 1985; McMURTRY & CROFT, 1997) e pequenos insetos, como mosca-branca e tripes (VAN HOUTEN et al., 1995). São mais de 2.250 espécies de fitoseídeos descritas mundialmente (MORAES et al., 2004), das quais aproximadamente 200 já foram observadas em citros (MORAES et al., 1986, 2004). Dos fitoseídeos reportados para a cultura, mais de dez espécies são encontradas no Brasil (MORAES et al., 2004).

Os ácaros fitoseídeos mais comuns em citros no Brasil são as espécies *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e *Euseius concordis* (Chant) (SATO et al., 1994; RAGA et al., 1996; REIS et al., 2000; ALBUQUERQUE, 2006). SATO et al. (1994) observaram a presença de seis espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae, em pomar de laranja, no município de Presidente Prudente-SP, sendo que as espécies de maior incidência foram *I. zuluagai*, *E. citrifolius* e *E. concordis*, representando, respectivamente, 47,3; 26,5 e 25,7% dos ácaros coletados. As demais espécies encontradas foram: *Amblyseius chiapensis* DeLeon, *Euseius alatus* DeLeon e *Typhlodromina camelliae* (Chant & Shaul), representando juntas menos de 1% do número total de ácaros amostrados.

RAGA et al. (1996), estudando a distribuição de ácaros fitoseídeos em plantas de citros, observaram maior incidência dos ácaros predadores nas folhas localizadas nos terços médio e inferior da copa. A maior parte dos fitoseídeos (86,7%) foi encontrada em folhas com presença de teias de insetos da ordem Psocoptera, que serviam de abrigo para estes ácaros.

A família Stigmaeidae também apresenta espécies de ácaros predadores que se alimentam de ácaros-praga dos citros, podendo-se citar os do gênero *Agistemus*, vulgarmente chamado de “ácaro morango”, sendo freqüentemente observado alimentando-se de ácaros da família Eriophyidae (GRAVENA, 1993).

Ácaros da família Stigmaeidae são encontrados em várias culturas agrícolas de relevância econômica como o citros (SANTOS & LAING, 1985; SEPASGOSARIAN, 1985). Algumas espécies são referidas como predadores de ácaros fitófagos e cochonilhas (ZAHER & ELBADRY, 1961; RASMY, 1975; KRANTZ, 1978; MATIOLI, 2002; MINEIRO et al., 2008).

Apesar de freqüente, a família Stigmaeidae é pouco estudada, pois são raras as informações sobre as espécies que ocorrem no Brasil (MATIOLI, 2002). Além dos ácaros das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae, diversos outros ácaros predadores podem ser encontrados nos pomares cítricos, entre os quais, podem-se citar os das famílias Ascidae, Tydeidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Bdellidae e Eupalopsellidae (CHIAVEGATO, 1991; MOREIRA, 1993).

#### **1.4. Resistência a agrotóxicos em fitoseídeos**

Um dos possíveis problemas relacionados à liberação de ácaros predadores visando ao controle de ácaros pragas seria o fato de que estes inimigos naturais poderiam ser mortos devido à aplicação de agrotóxicos utilizados para o controle de insetos-praga ou doenças de importância agrícola. Neste caso, o emprego de populações de fitoseídeos tolerantes ou resistentes a produtos químicos poderia ser muito interessante nos programas de manejo de ácaros pragas em diversas culturas (HOY, 1985).

Após o aparecimento de resistência a agrotóxicos, em ácaros fitófagos, também se observou o mesmo em seus inimigos naturais, principalmente em ácaros da família Phytoseiidae. Embora a resistência a produtos químicos não seja freqüente em inimigos naturais, atualmente são conhecidos diversos casos de resistência em ácaros predadores desta família (HOY, 1990). Os ácaros fitoseídeos apresentam taxas reprodutivas

elevadas, pseudo-arrenotoquia, exibem características de migração e atributos de colonização que favorecem a evolução da resistência a agrotóxicos, em uma escala microgeográfica (CROFT & VAN DE BAAN, 1988). Além disso, os fitoseídeos são abundantes em quase todo o mundo; apresentam um ciclo biológico curto, onde na maioria das espécies o período de desenvolvimento de ovo a adulto é de aproximadamente uma semana (HOY, 1985). A resistência a agrotóxicos tem sido documentada em populações nativas de fitoseídeos, principalmente das espécies *Neoseiulus fallacis* (Garman), *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt), *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot e *Typhlodromus pyri* Scheuten (HOY et al., 1979; ROUSH & HOY, 1981; STRICKLER & CROFT, 1982; CROFT & STRICKLER, 1983; HOY, 1985).

Uma população de ácaros fitoseídeos da espécie *Neoseiulus californicus* (McGregor), coletada de morangueiro comercial em Atibaia-SP, tem-se mostrado tolerante a diversos agrotóxicos, inclusive a piretróides, que são geralmente altamente tóxicos aos ácaros fitoseídeos (SATO et al., 2002, SILVA & OLIVEIRA, 2006 e 2007). Essa espécie de fitoseídeo é fácil de ser criada e mostra-se eficiente na predação de ovos (SILVA, 2005) e larvas de *B. phoenicis*. Também apresenta bom potencial para o controle biológico de outras espécies de ácaros-praga presentes em citros, tais como, *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) e *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (SILVA, 2005). A introdução e o estabelecimento de ácaros predadores resistentes ou tolerantes a agrotóxicos, nos pomares cítricos brasileiros, poderiam favorecer o manejo de ácaros na cultura, possibilitando redução no consumo de acaricidas e, conseqüentemente, redução no custo de produção.

A utilização de fitoseídeos resistentes ou tolerantes a agrotóxicos em programas de controle integrado, durante as últimas décadas, tem contribuído para o aprimoramento no manejo de pragas em nível mundial e redução do número de casos de resistência em tetraniquídeos (FAO, 1984). Os ácaros predadores quando abundantes na cultura podem manter a população de ácaros fitófagos em níveis que não causem prejuízos econômicos, por um longo período após o tratamento químico, exigindo assim um menor número de aplicações, reduzindo a pressão de seleção e conseqüentemente retardando o desenvolvimento da resistência.

Programas de manejo integrado têm se utilizado tanto de populações de fitoseídeos resistentes evoluídas no campo ou selecionadas em laboratório (HOY & KNOP, 1981; HOY, 1985; FOURNIER et al., 1987; HOY & OUYANG, 1989; HOY, 1990). O uso destes inimigos naturais resistentes é parte integrante do manejo de ácaros fitófagos em diversas culturas, incluindo maçã (BLOMMERS, 1994), pêssego (FIELD, 1978), amêndoa (HOY, 1985) e plantas de casas de vegetação (HUSSEY & SCOPES, 1985). A introdução de fitoseídeos cuja resistência foi desenvolvida em campo, para novas regiões geográficas, tem freqüentemente resultado em um controle biológico efetivo (CROFT & BARNES, 1972; FIELD, 1978; PENMAN et al., 1979), sendo uma forma análoga ao controle biológico clássico, porém utilizando um biótipo diferenciado de inimigo natural (DUNLEY et al., 1991).

Nos Estados Unidos, *N. californicus* tem sido liberado para o controle de tetraniquídeos em uma grande diversidade de culturas, incluindo morango, maçã, hortelã e, pelo menos, cinco espécies de plantas ornamentais (STRONG & CROFT, 1995). Liberações massais de *N. californicus* reduziram significativamente a população de *Tetranychus urticae* Koch em morangueiro, no sul da Califórnia/EUA, levando a um aumento da produção (OATMAN et al., 1977).

No Brasil, *N. californicus* vem sendo criado e liberado em pomares de macieira no sul do País, visando ao controle de *Panonychus ulmi* Koch, o qual tem se mostrado um inimigo natural bastante efetivo, contribuindo para uma redução significativa no uso de acaricidas (MONTEIRO, 1994). A importância deste predador em citros ainda é desconhecida no Brasil.

### **1.5. *Neoseiulus californicus* (McGregor)**

*Neoseiulus californicus* é um ácaro predador da família Phytoseiidae que promove o controle biológico de ácaros tetraniquídeos em várias espécies de plantas cultivadas, como morango, maçã, citros, feijão, plantas ornamentais, etc. (MORAES et al. 1986, McMURTRY & CROFT, 1997). Este fitoseídeo ocorre em diversas regiões do continente americano (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Cuba, Guatemala, México,

Peru e Venezuela), nas áreas áridas do sul da Califórnia (EUA), sul da Europa (Espanha, Itália e França) e Ásia (Japão e Taiwan) (McMURTRY & CROFT, 1997; MORAES et al., 2004).

O ácaro *N. californicus* apresenta hábitos alimentares que associam as características de predadores seletivos de ácaros tetraniquídeos e hábitos mais generalistas alimentando-se de vários tipos de ácaros como eriofídeos, tarsonemídeos, tideídeos e tenuipalpídeos, insetos, pólen e exudatos vegetais (CASTAGNOLI & LIGUORI, 1991; McMURTRY & CROFT, 1997).

*Neoseiulus californicus* apresenta bom desenvolvimento e reprodução em uma larga faixa de temperatura, que pode variar entre 13 a 33°C. A taxa de reprodução ótima encontra-se em torno de 23°C (CASTAGNOLI & SIMONI, 1991). Segundo CASTAGNOLI & SIMONI (1999), a 25°C, o período médio de ovo a adulto de *N. californicus* foi de 5 a 7 dias; a longevidade foi de aproximadamente 30 dias; o número de ovos/fêmea/dia foi de 2,8 a 3 ovos e a capacidade diária de consumo foi de 15 a 20 ovos do ácaro-rajado *T. urticae*.

A umidade apresenta um forte efeito sobre a viabilidade dos ovos de *N. californicus*, enquanto que as larvas são ligeiramente mais tolerantes nas mesmas condições de temperatura e umidade. Taxas menores que 60% de umidade apresentam efeito negativo no desenvolvimento do ácaro predador. Altas temperaturas (entre 29 e 33°C) e altas umidades (95 e 100%) minimizaram a mortalidade e diminuíram consideravelmente o tempo de desenvolvimento do fitoseídeo (ROTT & PONSONBY, 2000; CASTAGNOLI & SIMONI, 2003).

A dispersão é diferentemente afetada por vários fatores como densidade de presas, competição, temperatura, umidade, espécies de plantas e suas condições, e por uma mistura de substâncias e/ou sinais emitidos tanto por agentes benéficos como por pragas (infoquímicos) (CASTAGNOLI & SIMONI, 1991; CASTAGNOLI & SIMONI, 2003). Os ácaros fitoseídeos são usualmente caracterizados por seu caminhar e dispersão aérea. Como outros predadores relativamente especializados, *N. californicus* tem demonstrado ampla dispersão dentro da planta, com movimentos entre as folhas, mas menor dispersão de planta para planta. Um amplo espectro de dietas faz com que

provavelmente esta espécie seja menos dependente em encontrar a presa, quando altamente dispersa ou em reboleira (CASTAGNOLI & SIMONI, 2003).

### **1.6. Interações de ácaros predadores das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae**

Os ácaros predadores das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae freqüentemente promovem o controle biológico de ácaros-praga e interagem entre si através de competição por presas ou pela predação interespecífica (CLEMENTS & HARMSSEN, 1992). Dentre estas interações, tem se observado que os ácaros Stigmaeidae se alimentam de formas imaturas de fitoseídeos, principalmente ovos (CROFT & MacRAE, 1993). Diversos pesquisadores têm sugerido que estes ácaros (Stigmaeidae) podem limitar o controle biológico exercido pelos ácaros fitoseídeos (CROFT & McGROARTY, 1977, SANTOS & LAING, 1985; WOOLHOUSE & HARMSSEN, 1987).

O efeito negativo de fitoseídeos sobre ácaros Stigmaeidae também tem sido relatado. Uma pesquisa realizada em pomar cítrico do Estado de São Paulo indicou nítida competição entre fitoseídeos e ácaros Stigmaeidae, havendo aumento do número de ácaros Stigmaeidae após a eliminação da maioria dos fitoseídeos, em consequência da pulverização dos agrotóxicos utilizados (SATO et al., 2001).

Ácaros fitoseídeos também podem se alimentar de ovos de outros fitoseídeos, especialmente quando a praga é escassa. Trabalhos realizados por PALEVSKY et al. (1999), em laboratório, utilizando fêmeas de *N. californicus* e *Typhlodromus athiasae* Porath & Swirski, observaram a ocorrência de predação em ambas as direções, em ovos dessas espécies. Em ensaio de laboratório utilizando fêmeas de *N. californicus* e *T. pyri*, PALEVSKY et al. (1999) observaram que ambos fitoseídeos se alimentaram dos estágios larvais um do outro, mas apresentaram preferência pelo tetraniquídeo *T. urticae* como fonte de alimento.

HATHERLY et al. (2005), em ensaio de laboratório, utilizando fêmeas adultas de *N. californicus* e *Typhlodromips montdorensis* (Schicha), observaram que ambos se alimentam dos estágios larvais um do outro, entretanto, novamente *N. californicus* mostrou preferência por *T. urticae*. Todavia, *T. montdorensis* alimentou-se

indiscriminadamente de *N. californicus* e *T. urticae*, demonstrando não haver preferência entre os acarinos.

ÇAKMAK et al. (2006) verificaram que *N. californicus* se alimentou de ovos e estágios larvais do ácaro *P. persimilis*, entretanto, *N. californicus* não demonstrou preferência pela predação do fitoseídeo em períodos em que o ácaro-rajado *T. urticae* estava presente. Muito embora tenha sido observado predação de *N. californicus* ao ácaro *P. persimilis*, em programas de controle biológico realizados em casa de vegetação em que, *N. californicus* e *P. persimilis* foram introduzidos, tem sido observado sucesso no controle do ácaro fitófago *T. urticae* (WALZER et al. 2001; SCHAUSBERGER & WALZER 2001).

## 2. Objetivos gerais

O objetivo desta pesquisa foi conhecer as possíveis interações entre os membros das diferentes espécies de ácaros presentes em pomares cítricos do Estado de São Paulo, além de avaliar o efeito de agrotóxicos sobre ácaros predadores (Phytoseiidae e Stigmaeidae) presentes em citros, e estudar a viabilidade de uso de *N. californicus* para o controle de *B. phoenicis* na cultura.

### 2.1. Objetivos específicos

**a)** Estudar as interações de ácaros predadores das espécies *N. californicus*, *E. concordis* e *A. brasiliensis* e o ácaro fitófago *B. phoenicis* em condições de laboratório.

**b)** Avaliar o efeito de agrotóxicos em ácaros predadores das espécies *N. californicus*, *E. concordis* (Phytoseiidae) e *A. brasiliensis* (Stigmaeidae) e o ácaro fitófago *B. phoenicis*.

**c)** Estudar as interações de ácaros predadores e fitófagos de diferentes espécies, em pomar cítrico do Estado de São Paulo, e avaliar o efeito da liberação de *N. californicus* sobre a comunidade de ácaros na cultura dos citros.

**CAPÍTULO 2 - SELETIVIDADE DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA CITRICULTURA  
SOBRE O ÁCARO PREDADOR *Agistemus brasiliensis* MATIOLI, UECKERMANN &  
OLIVEIRA (ACARI: STIGMAEIDAE)**

**SELETIVIDADE DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA CITRICULTURA SOBRE O  
ÁCARO PREDADOR *Agistemus brasiliensis* MATIOLI, UECKERMANN & OLIVEIRA  
(ACARI: STIGMAEIDAE)**

**RESUMO** - Os ácaros predadores das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae constituem-se nos principais inimigos naturais de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) em citros. Este ácaro-praga causa sérios prejuízos na produção, devido à transmissão do vírus da leprose dos citros (CiLV). Apesar do grande volume de informações sobre a sensibilidade de ácaros Phytoseiidae a agrotóxicos, praticamente não existem informações sobre o efeito desses compostos em ácaros Stigmaeidae no Brasil. Sendo assim, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito dos principais agrotóxicos utilizados em citros sobre o ácaro predador *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira (Acari: Stigmaeidae), em condições de laboratório. Arenas de folhas de citros da variedade Pera, contendo 25 fêmeas adultas de *A. brasiliensis* foram pulverizadas em torre de Potter. Avaliaram-se as mortalidades dos ácaros 72 horas após a aplicação. O efeito dos produtos na reprodução do acarino e viabilidade dos ovos também foi avaliado. Quanto a seletividade, conforme proposta da “Organização Internacional para o Controle Biológico” (IOBC), os produtos foram classificados como: classe 1 - inócuo ( $E < 30\%$ ), acrinathrin, bifenthrin, carbosulfan, deltamethrin; 2 - levemente nocivo ( $30\% < E < 79\%$ ), acephate, thiametoxam; 3- moderadamente nocivo ( $80\% < E < 99\%$ ), abamectin, chlorfenapyr, chlorpyrifos, dicofol, dimetoato, dinocap; 4 - nocivo ( $E > 99\%$ ), calda sulfocálcica, cyhexatin, flufenoxuron, hexythiazox, óxido de fenbutatin, propargite, pyridaben e spiroticlofen.

**Palavra-Chave:** Inimigo natural, *Citrus sinensis*, Manejo integrado de pragas

**SELECTIVITY OF PESTICIDES UTILIZED IN CITRUS ORCHARDS TO THE  
PREDACEOUS MITE *Agistemus brasiliensis* MATIOLI, UECKERMANN & OLIVEIRA  
(ACARI: STIGMAEIDAE)**

**SUMMARY** – Phytoseiidae and Stigmaeidae predaceous mites are the most important natural enemies of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) on citrus. This mite causes serious damages to the yield due to the transmission of Citrus leprosis virus (CiLV). Despite the considerable amount of information on susceptibility of phytoseiids to pesticides, the effect of these compounds is little known for stigmaeid mites in Brazil. This work was carried out to evaluate the effect of the main pesticides used in citrus orchards on the predaceous mite *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira (Acari: Stigmaeidae), in laboratory conditions. Citrus leaf (“Pera” cultivar) arenas with 25 adult females of *A. brasiliensis* were sprayed in a Potter tower. The mortality of mites was assessed 72 hours after treatment. The effect of pesticides on the reproduction of mite and egg viability was also evaluated. According to the proposal of the Working Group of “International Organization for Biological Control” (IOBC), the pesticides were classified as: class 1 – harmless ( $E < 30\%$ ), acrinathrin, bifenthrin, carbosulfan, deltamethrin; 2 – slightly harmful ( $30\% < E < 79\%$ ), acephate, thiamethoxam; 3 – moderately harmful ( $80\% < E < 99\%$ ), abamectin, chlorfenapyr, chlorpyrifos, dicofol, dimethoate, dinocap; 4 - harmful ( $E > 99\%$ ), lime sulfur, cyhexatin, flufenoxuron, hexythiazox, fenbutatin oxide, propargite, pyridaben and spiromeclofen.

**Keywords:** Natural enemies, *Citrus sinensis*, Integrated pest management

## 1. Introdução

O ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) é uma das principais pragas da citricultura brasileira, devido aos sérios prejuízos que causa na produção. Este ácaro é responsável pela transmissão do vírus da leprose dos citros (*CiLV*) que está associado a sintomas como lesões localizadas em frutos, ramos e folhas, queda prematura de frutos, desfolhamento e morte de ramos, que levam as plantas a um sério declínio (RODRIGUES et al., 2003). Em 2004, foram gastos aproximadamente US\$ 80 milhões com acaricidas na citricultura brasileira, representando mais de 50% dos custos com todas as classes de defensivos agrícolas utilizados em citros (NEVES et al., 2004).

A utilização de agrotóxicos para o controle de ácaros fitófagos na citricultura vem causando uma série de problemas, como o desenvolvimento de resistência de ácaros-praga a acaricidas, a eliminação dos inimigos naturais e o favorecimento da ressurgência de pragas (VAN DE VRIE et al., 1972; OMOTO et al., 2000).

A seletividade de agrotóxicos programas de MIP é um conceito importante no momento da escolha do produto ou da maneira de aplicá-lo para preservar os inimigos naturais e outros organismos benéficos que convivem na cultura dos citros. Em última análise, a atribuição que o MIP delega aos agrotóxicos é manter as pragas em níveis abaixo daqueles que causam danos econômicos sem suprimir totalmente as pragas, pois a população “residual” da praga serve de alimento para preservação dos inimigos naturais (YAMAMOTO & BASSANEZI, 2003).

Os ácaros predadores, quando abundantes na cultura, podem manter a população de ácaros fitófagos em níveis que não causem prejuízos econômicos, por um longo período após o tratamento químico, reduzindo o número de aplicações e a pressão de seleção e, conseqüentemente, retardando o desenvolvimento da resistência de ácaros-praga (SATO, 2005).

Como agentes de controle biológico, destacam-se os ácaros das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae (MORAES, 2002; MATIOLI & OLIVEIRA, 2007), sendo os pertencentes à família Phytoseiidae os mais estudados e utilizados em programas de controle biológico (McMURTRY et al., 1970; MORAES, 1991). Ácaros estigmeídeos são

apontados como a segunda família de maior importância no controle de ácaros fitófagos (GERSON et al., 2003), com representantes encontrados com frequência em citros e outras culturas agrícolas de relevância econômica (SANTOS & LAING, 1985; SEPASGOSARIAN, 1985; WOOLHOUSE & HARMSEN, 1994; MINEIRO et al., 2008). Algumas espécies são referidas como predadoras de cochonilhas na América do Norte, Europa e Egito (ZAHER & ELBADRY, 1961; RASMY, 1975; KRANTZ, 1978).

Estudos relacionados à dinâmica populacional de ácaros estigmeídeos na cultura de citros foram realizados nos municípios de Limeira, Araraquara, Jaboticabal, Itápolis, Bebedouro e Olímpia, Estado de São Paulo, durante dois anos, onde foram amostrados frutos, ramos e folhas. Verificou-se que a espécie de estigmeídeo mais frequente foi *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira (80%) seguida de *Agistemus floridanus* Gonzalez (15%) e *Zetzellia malvinae* Matioli, Ueckermann & Oliveira (5%). Os ácaros estigmeídeos foram encontrados em maior número nos frutos, seguido das folhas de citros (MATIOLI, 2002).

A potencialidade de predação de *A. brasiliensis* foi estudada para adultos do ácaro-da-leprose. Os estudos indicaram que a densidade de 20 ácaros-da-leprose por arena proporcionou o consumo de 7,6 *B. phoenicis* por dia. Em relação à postura, verificou-se que densidades acima de 40 ácaros-da-leprose proporcionaram ao estigmeídeo uma média de 4,7 ovos/fêmea/dia (MATIOLI & OLIVEIRA, 2007).

Apesar do grande volume de informações sobre a sensibilidade de ácaros Phytoseiidae a agrotóxicos em citros (YAMAMOTO et al., 1992; SATO et al., 1994, 1996; REIS et al., 1998, 1999; SILVA & OLIVEIRA, 2006, 2007), são poucas as informações quanto ao efeito de agrotóxicos em ácaros Stigmaeidae no Brasil. Assim sendo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a seletividade dos principais agrotóxicos, com atividade acaricida e/ou inseticida, utilizados em citros para *A. brasiliensis*.

## 2. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Entomologia Econômica, do Centro Experimental Central do Instituto Biológico, em Campinas-SP. Os ácaros estigmeídeos utilizados neste estudo foram coletados, em agosto de 2005, de plantas de laranjeira (*Citrus sinensis*), das variedades Pera e Valência, em pomares localizados no Câmpus da FCAV/UNESP no município de Jaboticabal-SP. A identificação da espécie foi realizada pelo Dr. André Luiz Matioli, do Instituto Biológico, Campinas, SP.

### 2.1. Criação dos ácaros utilizados nos estudos

***Agistemus brasiliensis*** --- A criação de ácaros estigmeídeos foi realizada em sala climatizada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h. Os ácaros foram transferidos para folhas de laranjeira da variedade Pera, colocadas sobre camada de algodão hidrófilo em placa de Petri (15 cm de diâmetro). Para evitar a fuga de ácaros manteve-se a borda da folha coberta com algodão umedecido. Ovos, ninfas e adultos de *B. phoenicis* e pólen de mamoneira *Ricinus communis* L., ou de taboa, *Typha* sp. foram colocados em abundância em cada arena para servir de alimento aos ácaros predadores, conforme descrito por KOMATSU (1988). O pólen de taboa foi obtido de acordo com MOREIRA (1993), e assim como o de mamona foi armazenado por até 30 dias sob refrigeração ( $4^\circ\text{C}$ ).

***Brevipalpus phoenicis*** --- Foram coletados ácaros de plantas de citros, no município de Piracicaba, em pomar não pulverizado, para iniciar a criação-estoque. Foram transferidos 50 ácaros adultos para os frutos de laranja da variedade Pera ou Valência, com o auxílio de um pincel de pelo macio. Os frutos foram previamente lavados com água e secos e, em seguida, parafinados, deixando-se uma arena de  $6 \text{ cm}^2$  circundada com cola adesiva (Tanglefoot®) para contenção dos ácaros. A criação foi mantida em sala climatizada à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h. Os frutos foram substituídos a cada 30 a 40 dias, à medida que deterioravam.

## 2.2. Delineamento experimental e condução dos bioensaios

O bioensaio, conduzido em laboratório, foi delineado experimentalmente em parcelas inteiramente casualizadas, com 20 tratamentos repetidos quatro vezes. Cada unidade experimental foi constituída de uma arena de folha de laranjeira contendo 25 fêmeas adultas de *A. brasiliensis* com idade de aproximadamente 5 dias. As arenas de folhas de citros da variedade Pera foram confeccionadas utilizando-se um disco foliar de laranjeira de 5 cm de diâmetro, que foi colocado sobre uma camada de algodão hidrófilo, em uma placa de Petri de 9 cm de diâmetro.

**Tabela 1** - Relação dos tratamentos estabelecidos para o bioensaio de seletividade de agrotóxicos em *Agistemus brasiliensis*. Campinas-SP, 2008

Produto técnico	Produto Comercial/ Formulação	Uso <sup>1</sup>	Dosagem (produto comercial em 100L)	Classe <sup>2</sup> toxicológica
abamectin	Vertimec 18 CE	A	30 mL	III
acephate	Orthene 750 PM	A, I	100 g	III
acrinathrin	Rufast 50 SC	A	10 mL	IV
bifenthrin	Talstar 100 CE	A	20 mL	II
calda sulfocálcica	-	A, I, F	3000 mL	-
carbosulfan	Marshal 200 SC	I, A	50 mL	II
cyhexatin	Sipcatin 500 SC	A	50 mL	III
chlorfenapyr	Citrex 240 SC	A, I	62,5 mL	II
chlorpyrifos	Lorsban 480 CE	A, I	200 mL	II
deltamethrin	Decis 25 CE	I	50 mL	II
dicofol	Kelthane 480 CE	A	77 mL	II
dimetoato	Perfekthion 400 CE	A, I	200 mL	I
dinocap	Karathane 369 CE	A	50 mL	II
flufenoxuron	Cascade 100 SC	A	30 mL	I
hexythiazox	Savey PM	A	3 g	III
óxido de fenbutatin	Torque 500 SC	A	80 mL	III
propargite	Omite 720 CE	A	100 mL	II
pyridaben	Sanmite 200 CE	A	75 mL	I
spirodiclofen	Envidor 240 SC	A	20 ml	III
thiametoxam	Actara 250 WG	I	20 g	III

<sup>1</sup>A = acaricida; I = inseticida; F = fungicida.

<sup>2</sup>I = extremamente tóxico, II = altamente tóxico; III = medianamente tóxico, IV = pouco tóxico.

Os acaricidas testados (Tabela 1) foram empregados nas concentrações recomendadas para o controle do ácaro da leprose *B. phoenicis* no Brasil, e os demais agrotóxicos foram utilizados nas suas concentrações recomendadas para outras pragas de importância econômica na citricultura (AGROFIT, 2008).

Arenas de folhas de citros contendo as fêmeas de *A. brasiliensis* foram pulverizadas em torre de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK), calibrada a 68,9 kPa. Utilizou-se um volume de 2 mL de calda, em cada pulverização, obtendo-se uma deposição média de resíduo úmido de 1,6 mg/cm<sup>2</sup> da arena. A pulverização foi realizada sobre as fêmeas de *A. brasiliensis* que foram mantidas na superfície tratada até o final das avaliações. Após a aplicação, as arenas foram mantidas em câmara climatizada a 25 ± 2°C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

### 2.3. Critérios de avaliação

Para a determinação do efeito dos agrotóxicos sobre adultos de *A. brasiliensis*, considerou-se a mortalidade observada 72 horas após a aplicação. Quase toda a mortalidade causada pelos agrotóxicos ocorre nas primeiras 72 horas, inclusive para os produtos de ação mais lenta, como propargite.

As avaliações foram realizadas com auxílio de um microscópio estereoscópico, consideraram-se mortos os ácaros predadores que não conseguiam se locomover por uma distância mínima equivalente ao comprimento do seu corpo, ao serem tocados levemente com pincel de pelos macios.

Os dados relativos à mortalidade de *A. brasiliensis* foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os percentuais de mortalidade foram calculados e corrigidos segundo a fórmula de HENDERSON & TILTON (1955).

O efeito na reprodução ( $E_r$ ) foi calculado dividindo-se a produção média de ovos no tratamento ( $R_{\text{trat.}}$ ) pela produção média de ovos na testemunha ( $R_{\text{test.}}$ ). A produção média de ovos por fêmea (R) foi obtida através da relação:  $R = \text{total de ovos viáveis} / \text{número de fêmeas vivas no final do teste}$ . Foram considerados válidos somente

os testes em que a mortalidade na testemunha foi de, no máximo, 20% (BAKKER et al., 1992).

O efeito total ou adverso (E%) do produto foi calculado levando-se em consideração a mortalidade das fêmeas no tratamento, corrigida em função da mortalidade na testemunha, e o efeito na reprodução, através da fórmula:  $E\% = 100\% - (100\% - M_c) \times E_r$ , onde  $M_c$  = mortalidade corrigida (HENDERSON & TILTON, 1955) e  $E_r$  = efeito na reprodução (HASSAN et al., 1985; OVERMEER, 1988; BAKKER et al., 1992).

A avaliação da viabilidade dos ovos postos nas arenas, entre a aplicação e 72 horas após o tratamento, estendeu-se por um período de 7 dias, tempo suficiente para a eclosão das larvas nas condições do bioensaio.

Os valores dos efeitos totais obtidos para cada produto foram classificados conforme critérios estabelecidos pela IOBC, específicos para organismos benéficos em testes de laboratório (BAKKER et al., 1992; HASSAN et al., 1994), sendo classe 1:  $E < 30\%$  (inócuo, não-nocivo); classe 2:  $30\% < E < 79\%$  (levemente nocivo); classe 3:  $79\% < E < 99\%$  (moderadamente nocivo), e classe 4:  $E > 99\%$  (nocivo).

### 3. Resultados e Discussão

Os produtos calda sulfocálcica, cyhexatin, óxido de fenbutatin, propargite e pyridaben foram nocivos ao ácaro *A. brasiliensis* causando 100% de mortalidade (Tabela 2). Resultados semelhantes aos verificados no presente trabalho foram obtidos para o ácaro *Agistemus industani* Gonzales (Stigmaeidae) em citros na Flórida/EUA, quando se pulverizou os acaricidas: óxido de fenbutatin, propargite e pyridaben (CHILDERS et al., 2001).

Trabalhos realizados no Brasil para avaliar a seletividade de agrotóxicos em ácaros predadores da família Phytoseiidae, presentes em citros, também indicaram alta toxicidade dos acaricidas cyhexatin, óxido de fenbutatin, propargite e pyridaben a ácaros fitoseídeos (YAMAMOTO et al., 1992; SATO et al., 1995, 1996; REIS et al., 1999; SILVA & OLIVEIRA, 2006).

**Tabela 2** – Teste de seletividade sobre fêmeas adultas de *Agistemus brasiliensis*, em folhas de citros. Campinas-SP, 2008

Produto técnico	Concentração g de i.a . / 100L	M <sub>c</sub> <sup>1</sup>	Sobreviventes 100% - M <sub>c</sub>	E <sub>r</sub> <sup>2</sup>	E <sup>3</sup>	Classe <sup>4</sup>
abamectin	0,54	96,90	3,10	1,26	96,10	3
acephate	75,00	48,20	51,80	0,70	63,74	2
acrinathrin	0,50	1,02	98,98	0,93	7,95	1
bifenthrin	2,00	13,84	86,16	0,90	22,46	1
calda sulfocálcica	3000*	100,00	0,00	-	100,00	4
carbosulfan	10,00	2,20	87,80	0,79	22,74	1
cyhexatin	25,00	100,00	0,00	-	100,00	4
chlorfenapyr	15,00	59,00	41,00	0,14	94,26	3
chlorpyrifos	96,00	65,60	34,40	0,58	80,05	3
deltamethrin	1,25	2,00	98,00	1,00	2,00	1
dicofol	37,00	15,32	84,68	0,23	80,53	3
dimetoato	76,00	56,80	43,20	0,19	91,79	3
dinocap	18,45	75,10	24,90	0,52	87,05	3
flufenoxuron	3,00	7,10	92,90	0,00	100,00	4
hexythiazox	1,50	5,00	95,00	0,00	100,00	4
óxido de fenbutatin	40,00	100,00	0,00	-	100,00	4
propargite	72,00	100,00	0,00	-	100,00	4
pyridaben	15,00	100,00	0,00	-	100,00	4
spirodiclofen	4,80	18,10	81,90	0,00	100,00	4
thiametoxam	5,00	65,10	34,90	0,93	67,55	2

<sup>1</sup>Mortalidade corrigida: M<sub>c</sub>

<sup>2</sup>Efeito na reprodução: Er= R trat. / R test.

<sup>3</sup>Efeito total: E%=100% -(100%-M<sub>c</sub>) x Er

<sup>4</sup>Classes de toxicidade segundo IOBC

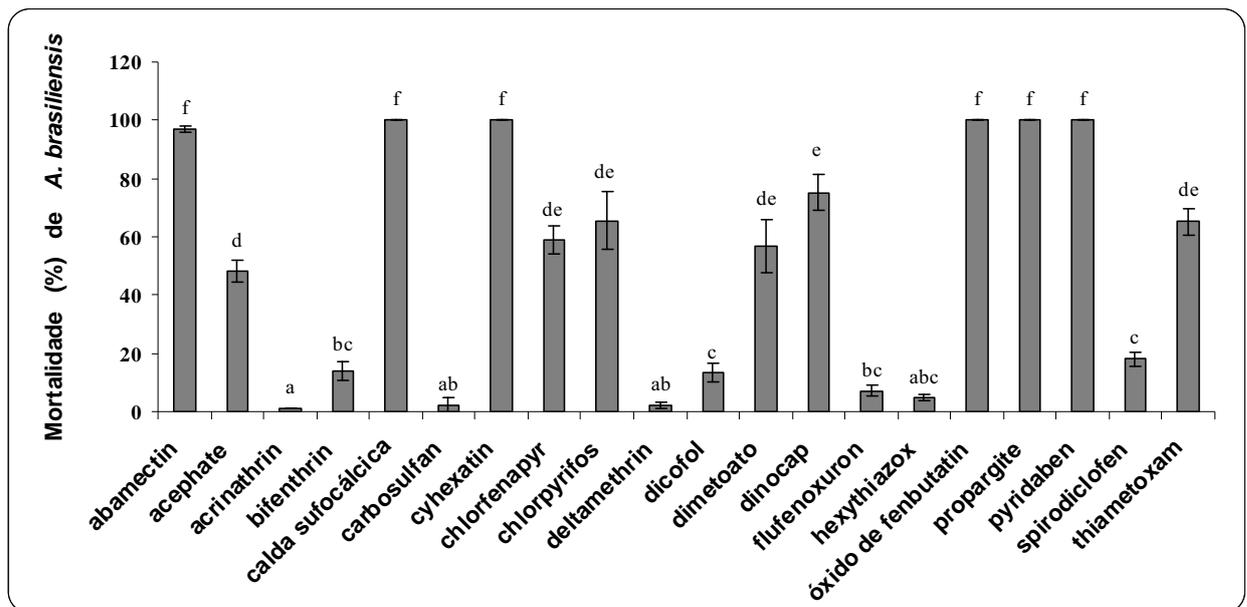
\*Concentração do produto formulado (mL/100 L).

De acordo com PRATES (1999), a calda sulfocálcica, embora seja um produto de amplo espectro, é inócua a mamíferos e apresenta seletividade moderada a inimigos naturais. Contudo, no presente trabalho esse composto foi classificado como nocivo a *A. brasiliensis*, causando alta toxicidade ao ácaro na concentração de 3%.

HASSAN et al. (1994) constataram que a calda sulfocálcica a 7% pode ser altamente tóxica aos ácaros fitoseídeos das espécies *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *Amblyseius pontentillae* (Garman) e *Typhlodromus pyri* (Scheuten).

PATTARO (2006) observou que a calda sulfocálcica a 4% afetou negativamente a população de ácaros predadores das espécies *I. zuluagai* e *E. concordis* em pomares cítricos no município de Reginópolis-SP, acarretando alta mortalidade desses fitoseídeos no campo. Os dados obtidos por esses autores corroboram com os apresentados nessa pesquisa, mesmo se tratando de famílias distintas.

Os acaricidas abamectin, chlorfenapyr, chlorpyrifos, dimetoato e dinocap, afetaram significativamente a população de *A. brasiliensis*, sendo classificados como moderadamente nocivos, com mortalidades que variaram de 56,8 a 96,9% (Figura 1). A taxa de maior mortalidade foi registrada para o acaricida abamectin (Mc=96,9%), que foi significativamente mais tóxica às fêmeas de *A. brasiliensis* que os demais acaricidas classificados como moderadamente nocivos (classe 3).



**Figura 1** - Mortalidade corrigida ( $\pm$  EP) de fêmeas de *Agistemus brasiliensis* Matoli, Ueckermann & Oliveira, avaliada 72 horas após a aplicação dos produtos. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste Tukey.

CHILDERS et al. (2001) verificaram que os acaricidas abamectin, chlorfenapyr e dimetoato foram altamente tóxicos ao estigmeídeo *A. industani*, em condições de campo. Resultados semelhantes foram constatados para o ácaro *Agistemus fleschneri* (Summers), quando expostos ao acaricida dinocap (NELSON et al., 1973).

Os inseticidas thiametoxam e acephate causaram mortalidades de 65,1 e 48,2% em fêmeas de *A. brasiliensis*, respectivamente, sendo classificados como levemente nocivos (Tabela 2). Acrinathrin, bifenthrin, carbosulfan, deltamethrin, dicofol, flufenoxuron, hexythiazox e spiroadiclofen provocaram mortalidades de 1,02 a 15,3% em *A. brasiliensis*, significativamente menores que as obtidas para os produtos anteriormente citados (Figura 1).

Carbosulfan foi inócuo à população de *A. brasiliensis* (Tabela 2), resultado semelhante ao observado por CHILDERS et al. (2001), que verificaram que os carbamatos carbaryl e formetanate praticamente não afetaram a população do ácaro *A. industani* na cultura dos citros.

Os piretróides acrinathrin, bifenthrin e deltamethrin foram inócuos ao ácaro *A. brasiliensis* (Tabela 2). Resultados indicando baixa toxicidade desse grupo químico aos ácaros da família Stigmaeidae, têm sido reportados por vários autores (VILLANUEVA & HARMSEN, 1998; BOSTANIAN & LAROEQUE, 2001; SATO et al., 2001).

Embora os piretróides, de modo geral, apresentem baixa toxicidade aos ácaros estigmeídeos, tem sido reportado alta toxicidade a ácaros fitoseídeos em diversas culturas (ZACHARDA & HLÚCHY, 1991; YAMAMOTO et al., 1992; SATO et al., 1996; REIS et al., 1998; MONTEIRO, 2001).

Em relação ao efeito na reprodução ( $Er$ ) do ácaro *A. brasiliensis*, constatou-se que o acaricida abamectin não interferiu negativamente na reprodução e viabilidade dos ovos do estigmeídeo ( $Er = 1,26$ ). Da mesma forma, deltamethrin não afetou a oviposição e a viabilidade dos ovos do predador ( $Er = 1,0$ ) (Tabela 2).

Os valores de  $Er$  para os produtos acephate, acrinathrin, bifenthrin, thiametoxam e carbosulfan foram ligeiramente inferiores a 1 ( $0,70 \leq Er \leq 0,93$ ), o que indica um pequeno efeito sobre a reprodução e viabilidade dos ovos. Dinocap e chlorpyrifos apresentaram efeito um pouco mais acentuado com  $Er$  entre 0,52 e 0,58 (Tabela 2).

Dimetoato e chlorfenapyr proporcionaram efeito bem mais acentuado na reprodução e viabilidade dos ovos de *A. brasiliensis* com valores de Er de 0,19 e 0,14, respectivamente (Tabela 2).

Dicofol não interferiu na oviposição de *A. brasiliensis*, porém afetou drasticamente a viabilidade dos ovos, apresentando Er de 0,23 (Tabela 2).

Devido à alta mortalidade de fêmeas de *A. brasiliensis* (100%), causada por cyhexatin, óxido de fenbutatin, propargite, pyridaben e calda sulfocálcica, não foi possível avaliar o efeito desses produtos sobre a reprodução do acarino (Tabela 2).

Com relação aos acaricidas flufenoxuron, hexythiazox e spiroticlofen, apesar de não causarem mortalidade acentuada ( $Mc \leq 18,1$ ) de *A. brasiliensis*, houve inviabilidade de 100% dos ovos postos, sendo classificado como nocivos (Tabela 2). Esse fato pode estar relacionado ao mecanismo de ação destes produtos, uma vez que atuam sobre a fecundidade das fêmeas e/ou viabilidade dos ovos (CAMPOS & OMOTO, 2002; WOLF & SCHNORBACH, 2002; RASTEGARI & SUBRAHMANYAM, 2003).

REIS et al. (2005) avaliaram a mortalidade e a reprodução de fêmeas adultas de ácaros predadores da família Phytoseiidae após o contato residual com spiroticlofen e concluíram que o acaricida apresenta algum efeito prejudicial a esses inimigos naturais, incluindo o acaricida na classe 2 para *E. citrifolius* e na classe 3 para *Euseius alatus* DeLeon.

Dos vinte produtos testados para *A. brasiliensis*, 20% foram incluídos na classe 1 (inócuo), 10% na classe 2 (levemente nocivo), 30% na classe 3 (moderadamente nocivo) e 40% na classe 4 (nocivo). A maioria dos agrotóxicos testados mostrou-se prejudicial ao predador, com 70% dos produtos classificados como moderadamente nocivos e nocivos.

O agrotóxico carbosulfan foi considerado no presente estudo como inócuo a *A. brasiliensis*. Este produto é utilizado no controle de ácaros fitófagos de grande importância na citricultura, tais como *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) e *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Eriophyidae, Tarsonemidae) (AGROFIT, 2008). Apesar de carbosulfan se mostrar inócuo a *A. brasiliensis*, tem sido constatado efeito

nocivo desse ingrediente ativo em ácaros da família Phytoseiidae (YAMAMOTO & BASSANEZI, 2003).

Os inseticidas deltamethrin e thiametoxam classificados como inócuo e levemente nocivo ao ácaro *A. brasiliensis*, respectivamente, são utilizados para o controle de insetos como cochonilhas, moscas-das-frutas, cigarrinhas e outras pragas de grande importância econômica na citricultura (AGROFIT, 2008). Thiametoxam tem sido amplamente empregado em citros, para o controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) vetor do “greening”, doença que tem provocado grandes perdas à citricultura brasileira (FUNDECITRUS, 2008). A baixa toxicidade desses ingredientes ativos sobre *A. brasiliensis* pode ser favorável para o manejo de ácaros-praga, em pomares com presença desse predador.

Segundo HOY & CONLEY (1987) agrotóxicos com baixa toxicidade (< 50% de mortalidade) sobre ácaros predadores em laboratório, também apresentam baixo impacto sobre esses inimigos naturais no campo. Assim sendo, acephate (Mc= 48,2%) poderia ser utilizado em pomares cítricos sem afetar a população de *A. brasiliensis*.

Acrinathrin e bifenthrin foram considerados inócuos (classe 1) a *A. brasiliensis*. Estes acaricidas, segundo AGROFIT, (2008), são recomendados para o controle de *B. phoenicis* e podem ser utilizados em programa de MIP em citros, sem afetar a população de *A. brasiliensis* no campo. A manutenção desses estigmeídeos em pomares cítricos pode propiciar maior eficiência de controle em populações de ácaros fitófagos, minimizando as aplicações de acaricidas e com isso retardando o aparecimento de problemas como o desenvolvimento de resistência em ácaros-praga, e assim reduzindo o custo final da produção.

#### 4. Conclusões

*Nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho, pode-se concluir que:*

Os agrotóxicos acrinathrin, bifenthrin, carbosulfan e deltamethrin foram inócuos (classe 1) ao ácaro *A. brasiliensis*.

Acephate e thiametoxam (classe 2) foram levemente nocivos ao ácaro *A. brasiliensis*.

Calda sulfocálcica, cyhexatin, flufenoxuron, hexythiazox, óxido de fenbutatin, propargite, pyridaben e spirodiclofen (classe 4) foram nocivos ao ácaro *A. brasiliensis*.

**CAPÍTULO 3 - TOXICIDADE DIFERENCIAL DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS EM CITROS SOBRE *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) e *Euseius concordis* (CHANT) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) E *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES) (ACARI: TENUIPALPIDAE)**

**TOXICIDADE DIFERENCIAL DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS EM CITROS SOBRE *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) E *Euseius concordis* (CHANT) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) E *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES) (ACARI: TENUIPALPIDAE)**

**RESUMO** – Objetivou-se comparar a toxicidade dos principais agrotóxicos utilizados em citros no Brasil, sobre populações dos ácaros fitoseídeos *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Euseius concordis* (Chant) e do ácaro-praga *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes). Foram avaliadas duas populações de *E. concordis*: uma procedente de Jaboticabal-SP e outra de Descalvado-SP. Arenas de folhas (para fitoseídeos) ou frutos (para *B. phoenicis*) de citros da variedade Pera, contendo 25 fêmeas adultas de cada espécie foram pulverizadas em torre de Potter. As avaliações de mortalidade foram realizadas 72 horas após a aplicação. Foram utilizadas 4 a 6 concentrações de cada produto (abamectin, acephate, azocyclotin, bifenthrin, clorfenapyr, dicofol, dinocap, óxido de fenbutatin, propargite e pyridaben) para a obtenção das curvas de concentração-resposta. Os experimentos foram repetidos pelo menos 3 vezes. Os resultados foram submetidos à análise de Probit. Abamectin, azocyclotin, chlorfenapyr, dicofol, dinocap, óxido de fenbutatin, propargite e pyridaben foram altamente tóxicos a *B. phoenicis*, apresentando valores de  $CL_{90}$  iguais ou inferiores às concentrações recomendadas desses produtos. O predador *N. californicus* foi mais tolerante a bifenthrin, propargite, óxido de fenbutatin e dinocap que *B. phoenicis* e *E. concordis* (ambas as populações). Esses produtos apresentaram baixa toxicidade aos adultos de *N. californicus*, para o qual as  $CL_{50}$  dos produtos foram pelo menos seis vezes maior que suas concentrações recomendadas. Acephate foi extremamente tóxico a *E. concordis*, mas inócuo a adultos de *N. californicus*. A população de *E. concordis* de Jaboticabal foi mais resistente que a de Descalvado a azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapyr, dicofol e propargite.

**Palavras-Chave:** Ácaro predador, Ácaro da leprose, *Citrus sinensis*, Fitoseídeo

**DIFERENTIAL TOXICITY OF PESTICIDES USED IN CITRUS TO *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) AND *Euseius concordis* (CHANT) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) AND *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES) (ACARI: TENUIPALPIDAE).**

**SUMMARY** - The present was carried out with the objective of comparing the toxicity of the main pesticides used on citrus in Brazil to the populations of the phytoseiid mites *Neoseiulus californicus* (McGregor), *Euseius concordis* (Chant), and of the pest mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes). Two populations of *E. concordis* were evaluated: one from Jaboticabal County and other from Descalvado County, State of São Paulo. Arenas of leaves (for phytoseiids) and fruits (for *B. phoenicis*) of citrus of Pera Variety with 25 adult females of each species were sprayed under Potter spray tower. The mortality was assessed 72 hours after treatment. Four to six concentrations of each chemical (abamectin, acephate, azocyclotin, bifenthrin, clorfenapyr, dicofol, dinocap, fenbutatin oxide, propargite and pyridaben) were used to obtain the concentration-mortality curves. The experiments were replicated at least three times. The data were subjected to probit analysis. Abamectin, azocyclotin, chlorfenapyr, dicofol, dinocap, fenbutatin oxide, propargite and pyridaben were highly toxic to *B. phoenicis*, presenting LC<sub>90</sub> values equal or lower than the recommended concentrations of the chemicals. The predator *N. californicus* was more tolerant to bifenthrin, propargite, fenbutatin oxide and dinocap than *B. phoenicis* and *E. concordis* (both populations). These pesticides presented low toxicity to the adults of *N. californicus*, for which the LC<sub>50</sub> of chemicals were at least six times higher than their recommended concentrations. Acephate was extremely toxic to *E. concordis* from Descalvado and Jaboticabal, but innocuous to adults of *N. californicus*. The population of *E. concordis* from Jaboticabal was more resistant to azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapyr, dicofol and propargite than that from Descalvado.

**Keywords:** Predatory mite, Leprosis mite, *Citrus sinensis*, Phytoseiid

## 1. Introdução

*Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) é um ácaro-praga responsável por uma parcela significativa do custo da produção de citros no Brasil, devido à necessidade de freqüentes aplicações de acaricidas para o seu controle (NEVES et al., 2004). Um dos problemas causados por essas freqüentes aplicações é o desenvolvimento da resistência de ácaros-praga (OMOTO et al., 2000). Outro problema associado ao uso excessivo de agrotóxicos é a eliminação dos inimigos naturais, tendo como conseqüência a ressurgência de pragas e intenso desequilíbrio ecológico (VAN de VRIE et al., 1972).

Um dos possíveis problemas relacionados à liberação de ácaros predadores visando ao controle de ácaros-praga seria o fato de que estes inimigos naturais poderiam ser mortos devido à aplicação de agrotóxicos. Neste caso, o emprego de populações de fitoseídeos tolerantes ou resistentes a produtos químicos poderia ser interessante nos programas de manejo de ácaros em diversas culturas (HOY, 1985).

A resistência entre os artrópodes fitófagos e seus inimigos naturais apresenta efeitos contrastantes, sendo que para os fitófagos a resistência intensifica sua condição de praga reduzindo as possibilidades de manejo. Por outro lado, a evolução da resistência em populações de inimigos naturais pode contribuir de maneira significativa com o MIP pela conservação desses organismos mesmo após aplicações de produtos considerados nocivos a eles (CROFT, 1990).

Embora a resistência a agrotóxicos não seja freqüente em inimigos naturais, atualmente são conhecidos diversos casos de resistência em ácaros predadores da família Phytoseiidae como em *Amblyseius fallacis* (Garman), *Euseius concordis* (Chant), *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt), *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *Typhlodromus pyri* Scheuten (ROUSH & HOY, 1981; STRICKLER & CROFT, 1982; CROFT & STRICKLER, 1983; HOY, 1985; MARSHALL et al., 2001; POLETTI, 2002).

Uma população de ácaros fitoseídeos da espécie *Neoseiulus californicus* (McGregor), coletada de morangueiro comercial em Atibaia-SP, mostrou-se tolerante ou resistente a diversos agrotóxicos utilizados em citros no Brasil (SATO et al., 2002; SILVA

& OLIVEIRA, 2006, 2007). Essa espécie de fitoseídeo é fácil de ser criada e mostra-se eficiente na predação de ovos (SILVA, 2005) e larvas de *B. phoenicis*. A utilização de ácaros dessa população de *N. californicus* em programas de manejo de ácaros pode ser bastante interessante em pomares de citros do Estado de São Paulo, onde o uso de agrotóxicos é bastante intenso.

A introdução de fitoseídeos cuja resistência foi desenvolvida em campo, para novas regiões geográficas, tem freqüentemente resultado em um controle biológico efetivo (CROFT & BARNES, 1972; PENMAN et al., 1979), sendo uma forma análoga ao controle biológico clássico, porém utilizando um biótipo diferenciado de inimigo natural (DUNLEY et al., 1991).

Desta forma, objetivou-se comparar a toxicidade dos principais agrotóxicos utilizados na cultura de citros, no Brasil, em populações de *N. californicus*, *E. concordis* e *B. phoenicis*, para se obter subsídios para o manejo de ácaros em citros.

## 2. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Entomologia Econômica, do Centro Experimental do Instituto Biológico (CEIB / APTA) em Campinas-SP.

### 2.1. Origem e criação dos ácaros utilizados nos bioensaios

***Brevipalpus phoenicis*** --- A população original de *B. phoenicis*, coletada de plantas de citros, no município de Piracicaba-SP, foi cedida pelo Prof. Dr. Celso Omoto, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /USP, Piracicaba, SP. Esta população era considerada suscetível a vários acaricidas. Estes ácaros foram criados sobre frutos de laranja da variedade Pera ou Valência, coletados em pomares livres da aplicação de acaricidas. Os frutos foram lavados com água e, após a secagem, parafinados, deixando-se uma arena de 6 cm<sup>2</sup> circundada com cola adesiva (Tanglefoot<sup>®</sup>) para conter os ácaros. Em cada fruto, foram transferidos de 40 a 50 ácaros adultos com

auxílio de um pincel de pelo macio. Os frutos foram substituídos a cada 30 a 40 dias, por outros mais novos, que apresentavam as mesmas características.

***Neoseiulus californicus*** --- A população de *N. californicus* utilizada neste trabalho foi coletada de cultivo comercial de morangueiro, no município de Atibaia-SP, em 30/10/1999. A identificação desses ácaros foi realizada pelo Prof. Dr. Gilberto José de Moraes, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, SP.

Manteve-se uma criação-estoque de *N. californicus* no laboratório sobre plantas de feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.)] cultivadas em vasos plásticos de 500mL, tendo como fonte alimentar *Tetranychus urticae* Koch. A criação foi posteriormente transferida para discos de folha de laranjeira da variedade Pera, com aproximadamente 8 cm de diâmetro, colocados sobre camada de algodão hidrófilo mantida saturada com água destilada em placa de Petri (15 cm de diâmetro). Para evitar a fuga de ácaros manteve-se a borda da folha coberta com algodão umedecido. Ninfas e adultos de *T. urticae* e pólen de mamona, *Ricinus communis* L., foram colocados em abundância em cada arena, para servir de alimento aos ácaros predadores (KOMATSU, 1988).

A finalidade da transferência dos predadores para arenas de folha de laranjeira foi facilitar a criação e favorecer a condução dos experimentos em laboratório.

***Euseius concordis*** --- As populações de *E. concordis* utilizadas neste trabalho foram coletadas de cultivos de citros, nos municípios de Jaboticabal e Descalvado-SP. A identificação desses ácaros foi realizada pelo Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, do Instituto Biológico, Campinas-SP.

Foram transferidos ácaros para folhas de laranjeira da variedade Pera, colocadas sobre camada de algodão hidrófilo em placa de Petri (15 cm de diâmetro). Para evitar a fuga de ácaros manteve-se a borda da folha coberta com algodão umedecido. Ninfas e adultos de *B. phoenicis* e pólen de mamona ou de taboa *Typha* sp. foram colocados em abundância em cada arena para servir de alimento aos ácaros predadores, conforme descrito por KOMATSU (1988). No caso de pólen de taboa, este foi obtido de acordo

com MOREIRA (1993). O pólen de taboa, assim como de mamona, foi armazenado por até 30 dias sob refrigeração (4°C).

As criações de *E. concordis*, assim como de *N. californicus* e *B. phoenicis*, foram mantidas em salas climatizadas a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h.

## 2.2. Obtenção das curvas de concentração-mortalidade

Os testes com acaricidas e/ou inseticidas foram realizados baseando-se no método descrito por KNIGHT et al. (1990). Arenas de folhas de citros, contendo fêmeas de *N. californicus* ou *E. concordis*, foram pulverizadas em torre de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK), calibrada a 68,9 kPa. Utilizou-se um volume de 2 mL de calda, em cada pulverização, obtendo-se uma deposição média de resíduo úmido de 1,6 mg/cm<sup>2</sup> da arena. Foram utilizadas 25 fêmeas adultas de cada espécie, com idade de aproximadamente 5 dias, sobre disco de folha (4 cm de diâmetro), colocado sobre uma camada de algodão hidrófilo em placa de Petri (9 cm de diâmetro). A camada de algodão foi mantida sempre saturada com água destilada. A borda da folha também foi coberta por algodão úmido, formando uma barreira para evitar a fuga dos ácaros. Foram oferecidos ninfas e adultos de *T. urticae* em cada arena para servir de alimento ao *N. californicus*. Como fonte de alimento ao ácaro *E. concordis* foi oferecido pólen de mamona ou de taboa. Após a aplicação, as arenas foram mantidas em câmara climatizada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

Os mesmos procedimentos adotados anteriormente foram usados para os ensaios com os ácaros da leprose, para obtenção das curvas de concentração-mortalidade, entretanto, se utilizou de frutos em lugar das folhas de citros, devido à fuga desses ácaros. Os frutos foram lavados com água e, após a secagem, parafinados, deixando-se uma arena de aproximadamente 6 cm<sup>2</sup> circundada com cola adesiva (Tanglefoot<sup>®</sup>) para contê-los.

Foram preparadas quatro a seis concentrações de cada produto, através de diluição seqüencial em água destilada, para a obtenção das curvas de concentração-

mortalidade e estimativa das concentrações letais médias ( $CL_{50}$ ). Os seguintes produtos foram utilizados: abamectin (Vertimec<sup>®</sup> 18 CE), acephate (Orthene<sup>®</sup> 750 BR), azocyclotin (Caligur<sup>®</sup> 500 SC), bifenthrin (Talstar<sup>®</sup> 100 CE), clorfenapyr (Citrex<sup>®</sup> 240), dicofol (Kelthane<sup>®</sup> 480 CE), dinocap (Karathane<sup>®</sup> 369 CE), óxido de fenbutatin (Torque<sup>®</sup> 500 SC), propargite (Omite<sup>®</sup> 720 CE), pyridaben (Sanmite<sup>®</sup> 200 CE).

A avaliação do número de ácaros vivos e mortos foi realizada 72h após a aplicação do produto, considerando mortos os ácaros que não conseguiam se locomover por uma distância mínima equivalente ao comprimento do seu corpo, ao serem tocados com um pincel de pêlo macio.

Os experimentos foram repetidos pelo menos três vezes. Os resultados foram submetidos à análise de Probit (FINNEY, 1971), utilizando-se o programa POLO-PC (LEORA SOFTWARE, 1987). A toxicidade diferencial de cada agrotóxico foi calculada por meio do quociente entre a  $CL_{50}$  do produto para *N. californicus* ou *E. concordis* e a  $CL_{50}$  para *B. phoenicis*.

### 3. Resultados e Discussão

Abamectin, azocyclotin, chlorfenapyr, dicofol, dinocap, óxido de fenbutatin, propargite e pyridaben foram altamente tóxicos a *B. phoenicis*, apresentando  $CL_{90}$  igual ou inferior as suas concentrações recomendadas. Bifenthrin não foi efetivo como os produtos anteriormente mencionados, apresentando valor de  $CL_{90}$  3,45 vezes maior que a concentração recomendada (Tabela 1).

O produto acephate foi o que se mostrou menos tóxico a *B. phoenicis*, com  $CL_{50}$  maior que 144.000 mg de i.a./L. Para esse produto não foi possível estimar as  $CL_{50}$  ou  $CL_{90}$ , com seus intervalos de confiança, devido à baixíssima sensibilidade do ácaro ao ingrediente ativo, as concentrações necessárias foram tão elevadas que impossibilitaram a obtenção de uma curva de concentração-mortalidade, através de bioensaio com torre de Potter, devido a problemas de aplicação desuniforme por entupimento do bico de pulverização. A concentração de 144.000 mg de i.a./L é 192 vezes maior que a concentração recomendada de acephate para citros no Brasil (AGROFIT, 2008).

**Tabela 1.** Efeito de agrotóxicos sobre *Brevipalpus phoenicis*: CL50 e CL90, intervalos de confiança (I.C.) a 95%, coeficiente angular e erro padrão da média (EPM); Qui-quadrado ( $\chi^2$ ); graus de liberdade (G.L.).

Produto técnico	Concentração recomendada (mg de i.a./L)	N	CL <sub>50</sub> (mg de i. a./L) [95% I.C.]	CL <sub>90</sub> (mg de i. a./L) [95% I.C.]	Coeficiente angular ± EPM	$\chi^2$	G.L.
abamectin	5,4	300	0,054 (0,054 – 0,072)	0,36 (0,25 – 0,59)	1,65 ± 0,079	3,335	2
acephate	750,0	340	>144.000	>144.000	-	-	-
azocyclotin	250,0	300	10,00 (6,02 – 32,50)	86,00 (28,50 – 632)	1,37 ± 0,141	0,076	2
bifenthrin	20,0	375	14,99 (12,62 – 18,13)	69,00 (49,73 – 110,00)	1,93 ± 0,085	0,431	3
chlorfenapyr	150,0	425	7,44 (6,48 – 8,64)	28,32 (22,08 – 39,60)	2,20 ± 0,073	5,477	4
dicofol	370,0	375	52,32 (39,84 – 79,68)	279,84 (156,96 – 735,36)	1,72 ± 0,105	3,128	3
dinocap	184,5	375	8,85 (6,64 – 13,65)	60,88 (32,47 – 176,01)	1,53 ± 0,092	6,753	3
óxido de fenbutatin	400,0	375	17,50 (15,50 – 20,00)	49,50 (40,50 – 64,50)	2,86 ± 0,110	6,181	3
propargite	720,0	375	65,52 (59,04 – 74,16)	164,88 (137,52 – 208,80)	3,20 ± 0,121	5,567	3
pyridaben	150,0	375	1,40 (1,20 – 1,60)	4,60 (3,80 – 6,20)	2,45 ± 0,098	7,282	3

\*N = números de ácaros utilizados no experimento

O ácaro *N. californicus* apresentou baixa sensibilidade a acephate, bifenthrin, dinocap, óxido de fenbutatin e propargite, observando-se valores de CL<sub>50</sub> pelo menos seis vezes maiores que as concentrações recomendadas dos produtos (Tabela 2).

No caso de acephate, da mesma forma que para *B. phoenicis*, não foi possível estimar as CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>, com seus intervalos de confiança, devido à necessidade de uso de concentrações extremamente elevadas para se obter alguma mortalidade em *N. californicus*. Concentrações acima de 144.000 mg de i.a./L causaram baixíssimas mortalidades (< 10%) no ácaro predador.

*Neoseiulus californicus* também se mostrou altamente tolerante a óxido de fenbutatin e bifenthrin, apresentando valores de CL<sub>50</sub> iguais ou superiores a concentrações 22 vezes maiores que as recomendadas. As CL<sub>90</sub> de óxido de fenbutatin e bifenthrin foram, respectivamente, 282 e 193 vezes maior que suas concentrações recomendadas (AGROFIT, 2008).

A concentração letal média de dinocap para *N. californicus* foi de 1.249,77 mg de i.a./L, que corresponde à aproximadamente sete vezes a concentração recomendada deste acaricida para o controle de *B. phoenicis* em citros (AGROFIT, 2008). A baixa sensibilidade de *N. californicus* a bifenthrin, dinocap, óxido de fenbutatin e propargite já havia sido reportada por SILVA & OLIVEIRA (2006, 2007).

Embora os piretróides, de modo geral, apresentem alta toxicidade aos ácaros fitoseídeos *E. concordis*, *Euseius citrifolius* Denmark & Muma, *I. zuluagai*, *P. persimilis* e *T. pyri* (ZACHARDA & HLÚCHY, 1991; MALEZIEUX et al., 1992; YAMAMOTO et al., 1992; SATO et al., 1996; REIS et al., 1998), essa população de *N. californicus*, coletada de cultivo comercial de morangueiro, tem se mostrado pouco sensível a este grupo químico (SATO et al. 2002; SILVA & OLIVEIRA, 2006, 2007).

EASTERBROOK et al. (2001) também mencionam a baixa sensibilidade de *N. californicus* a piretróides o que pode indicar certa tolerância natural da espécie a este grupo químico.

**Tabela 2.** Efeito de agrotóxicos sobre *Neoseiulus californicus*: CL50 e CL90, intervalos de confiança (I.C.) a 95%, coeficiente angular e erro padrão da média (EPM); Qui-quadrado ( $\chi^2$ ); graus de liberdade (G.L.).

Produto técnico	Concentração recomendada (mg de i.a./L)	N	CL <sub>50</sub> (mg de i. a./L) [95% I.C.]	CL <sub>90</sub> (mg de i. a./L) [95% I.C.]	Coeficiente angular ± EPM	$\chi^2$	G.L.
abamectin	5,4	360	2,82 (2,23 – 3,78)	15,55 (9,88 – 31,03)	1,73 ± 0,082	5,027	4
acephate	750,0	360	> 144.000	> 144.000	-	-	-
azocyclotin	250,0	360	208,50 (162,5 – 292,50)	1.129,50 (681,50 – 2.468,00)	1,74 ± 0,082	1,845	4
bifenthrin	20,0	300	459,26 (356,91 – 617,13)	3.853,83 (2.205,03 – 9.831,97)	1,38 ± 0,085	0,929	3
chlorfenapyr	150,0	360	55,44 (45,36 – 75,60)	204,24 (131,04 – 434,88)	2,26 ± 0,126	0,831	4
dicofol	370,0	300	78,72 (62,40 – 107,04)	384,48 (238,56 – 829,44)	1,85 ± 0,106	2,909	3
dinocap	184,5	300	1.249,77 (945,64 – 1.843,38)	12.290,25 (6.391,83 – 35.084,81)	1,29 ± 0,071	7,188	3
óxido de fenbutatin	400,0	240	9.298,50 (6.889,00 – 13.309,50)	113.143,50 (61.727,50 – 277.018,50)	1,18 ± 0,051	1,209	2
propargite	720,0	300	4.350,24 (3.125,52 – 7.560,72)	2.2767,85 (11.602,08 – 79.312,32)	1,78 ± 0,126	1,675	3
pyridaben	150,0	300	12,40 (9,20 – 20,20)	76,20 (39,60 – 242,20)	1,63 ± 0,107	5,645	3

\*N = números de ácaros utilizados no experimento

Abamectin, azocyclotin, chlorfenapyr, dicofol e pyridaben foram tóxicos a *N. californicus*, apresentando valores de CL<sub>50</sub> iguais ou inferiores as suas concentrações recomendadas (Tabela 2). As menores diferenças entre as concentrações recomendadas e a CL<sub>50</sub> dos produtos foram observadas para azocyclotin e abamectin (< 2 vezes). As maiores diferenças foram observadas para dicofol e pyridaben, para os quais, as CL<sub>50</sub> foram, respectivamente, 4,7 e 12,0 vezes menor que as concentrações recomendadas.

Segundo SILVA & OLIVEIRA (2006), o acaricida azocyclotin, na sua concentração recomendada, foi considerado levemente nocivo para *N. californicus*. Os autores também verificaram que resíduos do agrotóxico em folhas de citros provocaram mortalidades de até 24% no ácaro predador. O efeito tóxico do produto permaneceu por um período inferior a três dias SILVA & OLIVEIRA (2007).

A toxicidade de abamectin a fêmeas adultas de *N. californicus* também foi reportada por POLETTI (2007). Embora abamectin mostre-se prejudicial a *N. californicus*, tem sido observado curto efeito residual do produto. SATO et al. (2002) e SILVA & OLIVEIRA (2007) verificaram que resíduos secos da aplicação de abamectin, na sua concentração recomendada, provocaram mortalidades entre 37,5 e 29,8%, em *N. californicus*, por um período igual ou inferior a um dia. Resultado semelhante também foi observado para *I. zuluagai*, para o qual o período residual foi de apenas um dia, com mortalidade inicial inferior a 62% (SATO et al., 1996). A elevada toxicidade de chlorfenapyr a *N. californicus* também foi reportada por SATO et al. (2002) e SILVA & OLIVEIRA (2007). Segundo esses autores, a toxicidade residual de chlorfenapyr é mais longa que de abamectin, causando mortalidades iniciais entre 57 e 100%, respectivamente na sua concentração recomendada, mantendo um efeito prejudicial significativo por até sete dias após a aplicação. REIS & SOUSA (2001) também ressaltaram a alta toxicidade desse agrotóxico aos ácaros fitoseídeos das espécies *Euseius alatus* DeLeon e *I. zuluagai*.

Em contraste com *N. californicus*, que foi pouco sensível a diversos produtos, a população de *E. concordis* procedente de Descalvado foi suscetível a quase todos os produtos testados. Apenas óxido de fenbutatin foi pouco tóxico ao predador, com valor

de  $CL_{50}$  5,4 vezes acima da concentração recomendada. Para os demais produtos, a  $CL_{50}$  foi igual ou inferior à recomendada (Tabela 3).

A baixa toxicidade de óxido de fenbutatin em ácaros do gênero *Euseius* também foi observada por SATO et al. (1994b), que mencionaram mortalidades de adultos de *E. citrifolius* inferiores a 20%, quando expostos aos resíduos tóxicos do acaricida, pulverizado na sua concentração recomendada sobre folhas de citros.

Ao contrário de *N. californicus* e *B. phoenicis*, que se mostraram altamente tolerantes a acephate, as duas populações de *E. concordis* (de Descalvado e Jaboticabal) foram extremamente sensíveis a esse acaricida. A  $CL_{50}$  de acephate para *E. concordis* foi pelo menos 550 vezes menor que a concentração recomendada do produto para citros (Tabelas 3 e 4).

Comparando-se as duas populações de *E. concordis* (Tabelas 3, 4 e 5), observa-se que a população de Jaboticabal, mostra-se mais resistente que a população de Descalvado a diversos produtos, tais como azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapyr, dicofol e propargite, baseando-se na não sobreposição dos intervalos de confiança da  $CL_{50}$ . Os maiores contrastes foram observados para bifenthrin e azocyclotin, para os quais, a população de Jaboticabal foi, respectivamente, 17,1 e 7,9 vezes mais resistente que a de Descalvado (Tabela 5). Essas diferenças de sensibilidade estão provavelmente associadas às diferenças nos regimes de aplicações de produtos químicos nos pomares cítricos dos dois municípios. No pomar de Descalvado, têm sido realizadas poucas aplicações de acaricidas, evitando-se a aplicação do mesmo acaricida no mesmo ano agrícola, realizando-se ainda a rotação de princípios ativos para retardar a evolução da resistência. A estratégia de manejo adotado em Descalvado, visando à manutenção da suscetibilidade das populações de *B. phoenicis* a acaricidas, pode ter influenciado na sensibilidade de *E. concordis* aos acaricidas testados.

**Tabela 3.** Efeito de agrotóxicos sobre *Euseius concordis* coletado no município de Descalvado: CL50 e CL90, intervalos de confiança (I.C.) a 95%, coeficiente angular e erro padrão da média (EPM); Qui-quadrado ( $\chi^2$ ); graus de liberdade (G.L.)

Produto técnico	Concentração recomendada (mg de i.a./L)	N*	CL <sub>50</sub> (mg de i. a./L) [95% I.C.]	CL <sub>90</sub> (mg de i. a./L) [95% I.C.]	Coeficiente angular ± EPM	$\chi^2$	G.L.
abamectin	5,4	300	4,29 (3,77 – 4,88)	11,10 (9,12 – 14,56)	3,10 ± 0,149	3,464	3
acephato	750,0	240	1,26 (1,05 – 1,60)	4,71 (3,23 – 8,72)	2,24 ± 0,149	4,525	2
azocyclotin	250,0	240	42,14 (35,0 – 53,51)	165,49 (112,31 – 307,45)	2,15 ± 0,135	1,61	2
bifenthrin	20,0	300	8,84 (7,58 – 10,28)	34,13 (26,95 – 46,80)	2,18 ± 0,086	1,543	3
chlorfenapyr	150,0	300	29,33 (25,58 – 33,96)	88,77 (70,87 – 120,29)	2,66 ± 0,106	4,549	3
dicofol	370,0	300	127,58 (109,53 – 149,87)	389,71 (306,62 – 543,74)	2,64 ± 0,115	2,366	3
dinocap	184,5	300	133,14 (116,52 – 152,88)	390,72 (317,16 – 515,19)	2,74 ± 0,105	6,148	3
óxido de fenbutatin	400,0	300	2.159,75 (1790,05 – 2.790,05)	12.038,69 (8.312,92 – 20.687,82)	1,71 ± 0,081	1,925	3
propargite	720,0	240	172,36 (144,04 – 201,80)	508,17 (407,08 – 702,86)	2,73 ± 0,162	2,193	2
pyridaben	150,0	300	34,9 (30,94 – 39,36)	86,02 (72,76 – 106,78)	3,27 ± 0,121	3,593	3

\*N = números de ácaros utilizados no experimento

**Tabela 4.** Efeito de agrotóxicos sobre *Euseius concordis* coletado no município de Jaboticabal: CL50 e CL90, intervalos de confiança (I.C.) a 95%, coeficiente angular e erro padrão da média (EPM); Qui-quadrado ( $\chi^2$ ); graus de liberdade (G.L.)

Produto técnico	Concentração recomendada (mg de i.a./L.)	N	CL <sub>50</sub> (mg de i. a./L.) [95% I.C.]	CL <sub>90</sub> (mg de i. a./L.) [95% I.C.]	Coeficiente angular ± EPM	$\chi^2$	G.L.
abamectin	5,4	300	3,23 (2,63 - 4,02)	17,48 (11,92 - 31,18)	1,74 ± 0,090	1,168	3
acephato	750,0	240	1,34 (1,12 - 1,69)	4,70 (3,27 - 8,49)	2,36 ± 0,155	4,315	2
azocyclotin	250,0	240	333,0 (206,90 - 432,25)	2.864,90 (925,63 - 69.562,06)	1,37 ± 0,169	0,979	2
bifenthrin	20,0	360	151,42 (123,14 - 188,60)	921,35 (634,94 - 1.595,57)	1,63 ± 0,066	2,719	4
chlorfenapyr	150,0	300	73,20 (61,12 - 89,01)	292,36 (213,94 - 459,91)	2,13 ± 0,102	7,194	3
dicofol	370,0	300	409,52 (352,25 - 477,10)	1.217,55 (974,12 - 1.647,84)	2,70 ± 0,114	5,141	3
dinocap	184,5	240	162,10 (126,56 - 247,95)	652,12 (374,63 - 1.975,22)	2,12 ± 0,186	5,130	2
óxido de fenbutatin	400,0	300	2.342,85 (1.968,78-2832,20)	8.948,76 (6.607,12 - 13.833,85)	2,20 ± 0,102	6,081	3
propargite	720,0	300	383,61 (308,39 - 543,31)	1.485,68 (909,72 - 3.663,30)	2,18 ± 0,152	6,239	3
pyridaben	150,0	300	22,46 (19,35 - 26,20)	62,21 (52,88 - 89,90)	2,73 ± 0,115	0,264	3

\*N = números de ácaros utilizados no experimento

Embora POLETTI (2002) não tenha observado variabilidade intraespecífica na suscetibilidade de *E. concordis* a dicofol, ao avaliar três populações do ácaro predador (de Presidente Prudente, Juazeiro e Limeira), verificou-se no presente trabalho que a população de *E. concordis* de Jaboticabal foi 3,2 vezes mais resistente que a de Descalvado, baseando-se nas  $CL_{50}$  das duas populações (Tabelas 3 e 4). A população de Descalvado apresentou  $CL_{50}$  [127,6 (I.C.: 109,5 a 149,9 mg de i.a./L)] semelhante à mencionada por POLETTI (2002) para a população coletada de pomar cítrico de Presidente Prudente (população Ec-1, da Estação Experimental do Instituto Biológico) [ $CL_{50}$  = 109,3 (I.C.: 71,6 – 144,4 mg de i.a./L)].

Comparando-se as  $CL_{50}$  dos produtos testados para *N. californicus* e *B. phoenicis*, observa-se que o ácaro predador apresentou tolerância igual ou superior a do ácaro praga a todos os produtos testados. As toxicidades diferenciais ( $CL_{50}$  para o fitoseídeo dividido pela  $CL_{50}$  para *B. phoenicis*) foram superiores a 20 vezes para os produtos abamectin, azocyclotin, bifenthrin, propargite, dinocap e óxido de fenbutatin. Para os dois últimos produtos, as toxicidades diferenciais foram acima de 140 vezes (Tabela 5).

Embora *N. californicus* seja menos sensível a pyridaben que *B. phoenicis* (Tabela 5), a concentração registrada para o controle do ácaro da leprose (150 mg de i.a./L) (AGROFIT 2008) é 12 vezes maior que a concentração letal média obtida para o predador. Essa menor sensibilidade do predador em relação ao ácaro-praga pode ser vantajosa no restabelecimento populacional do predador após a aplicação do acaricida. Nesse caso, pode ocorrer um restabelecimento mais rápido do predador que da praga.

A população de *E. concordis* de Descalvado também se mostrou mais tolerante que *B. phoenicis* à maioria dos produtos testados, porém com valores de toxicidade diferencial (TD) geralmente inferiores que de *N. californicus*.

Os únicos casos em que as  $CL_{50}$  para *E. concordis* de Descalvado foram maiores que os observados para *N. californicus* foram para dicofol e pyridaben. Para esses produtos as diferenças entre as  $CL_{50}$  para essas populações foram iguais ou inferiores a 2,8 vezes (Tabela 5).

**Tabela 5.** Testes toxicológicos com agrotóxicos: concentração letal média (CL<sub>50</sub>) e toxicidade diferencial (TD).

Agrotóxicos	<i>N. californicus</i>		<i>E. concordis</i>		<i>E. concordis</i>		<i>B. phoenicis</i>	
	CL <sub>50</sub>	TD*	CL <sub>50</sub>	TD*	CL <sub>50</sub>	TD*	CL <sub>50</sub>	TD*
abamectin	2,82 (2,23 – 3,78)	52	4,29 (3,77 – 4,88)	79	3,23 (2,63 – 4,02)	60	0,054 (0,054 – 0,072)	
acephate	>144.000	~ 1	1,26 (1,05 – 1,60)	< 0,0000087	1,34 (1,12 – 1,69)	< 0,0000093	>144.000	
azocyclotin	208,50 (162,50 – 292,50)	20,85	42,14 (35,0 – 53,51)	4,21	333,01 (206,90 – 432,25)	33,30	10,00 (6,02 – 32,50)	
bifenthrin	459,26 (356,91 – 617,13)	30,63	8,84 (7,58 – 10,28)	0,59	151,42 (123,14 – 188,60)	10,10	14,99 (12,62 – 18,13)	
chlorfenapyr	55,44 (45,36 – 75,60)	7,45	29,33 (25,58 – 33,96)	3,94	73,20 (61,12 – 89,01)	9,83	7,44 (6,48 – 8,64)	
dicofol	78,72 (62,40 – 107,04)	1,50	127,58 (109,53 – 149,87)	2,43	409,44 (352,25 – 477,10)	7,82	52,32 (39,84 – 79,68)	
dinocap	1249,77 (945,64 – 1843,38)	141	133,14 (116,52 – 152,88)	14	162,10 (126,56 – 247,95)	17	8,85 (6,64 – 13,65)	
óxido de fenbutatin	9298,50 (6889,00 – 13309,50)	531	2159,75 (1790,05 – 2790,05)	123	2342,85 (1968,78 – 2832,20)	134	17,50 (15,50 – 20,00)	
propargite	4350,24 (3125,52 – 7560,72)	66	172,36 (144,04 – 201,80)	2,63	383,61 (308,39 – 543,31)	5,85	65,52 (59,04 – 74,16)	
pyridaben	12,40 (9,20 – 20,20)	8,85	34,90 (30,94 – 39,36)	25	22,46 (19,35 – 26,20)	16	1,40 (1,20 – 1,60)	

\*Toxicidade diferencial = CL<sub>50</sub> para fitoseideos dividido pela CL<sub>50</sub> para *B. phoenicis*

A maior diferença entre as populações de *N. californicus* e de *E. concordis* de Descalvado foi observada para acephate, para a qual *N. californicus* mostrou-se pelo menos 114 mil vezes mais tolerante que *E. concordis*. Essa diferença de *N. californicus* em relação a *E. concordis* foi um pouco menor em relação à população de Jaboticabal, porém, ainda acima de 107 mil vezes (Tabela 5).

Consideráveis diferenças entre as populações de *N. californicus* e *E. concordis* de Descalvado também foram observadas para bifenthrin e propargite, para os quais *N. californicus* se mostrou, respectivamente, 56,1 e 25,2 vezes mais tolerante.

A população de *E. concordis* de Jaboticabal também se mostrou mais tolerante que a de *B. phoenicis* a quase todos os produtos testados, com toxicidades diferenciais oscilando entre 5,85 e 134 vezes. A única exceção foi acephate, para o qual, a população de Jaboticabal se mostrou bem mais sensível que o ácaro-praga.

Os maiores contrastes entre a população de *E. concordis* de Jaboticabal e *B. phoenicis*, sem considerar acephate, foram observadas para óxido de fenbutatin e abamectin, para os quais as toxicidades diferenciais foram de 134 e 60 vezes, respectivamente (Tabela 5). Esses dois produtos foram utilizados várias vezes no pomar cítrico de Jaboticabal visando ao controle de ácaros-praga e no caso específico de abamectin, visando também o minador dos citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae).

Em relação a *N. californicus*, a população de *E. concordis* de Jaboticabal apresentou maior tolerância a dicofol (5,2 vezes), e tolerância semelhante aos produtos abamectin, azocyclotin, chlorfenapyr e pyridaben. Para os demais produtos (acephate, bifenthrin, dinocap, óxido de fenbutatin e propargite), *N. californicus* foi mais tolerante.

Essa população de *E. concordis* de Jaboticabal, assim como a de *N. californicus*, é bastante interessante para programas de manejo integrado de pragas, devido a sua alta tolerância a diversos agrotóxicos, incluindo piretróides (ex.: bifenthrin) que normalmente se mostram prejudiciais a ácaros predadores da família Phytoseiidae (YAMAMOTO et al., 1992; SATO et al., 1994b; REIS et al., 1998).

POLETTI (2002) detectou resistência a deltamethrin em populações de *E. concordis* coletadas em diferentes pomares de laranjeiras no Estado de São Paulo, e

observou que a resistência esteve associada ao histórico de pulverizações com o inseticida nos locais onde foram efetuadas as coletas.

Um outro exemplo de ácaros fitoseídeos que também apresentam diferenças de tolerância a piretróides foi reportado para *T. pyri*, que se mostrou mais tolerante a cypermethrin, deltamethrin e fenvalerate que *P. persimilis*. Com relação a deltamethrin, a razão de tolerância observada para essas duas espécies atingiu valores de aproximadamente 314 vezes (MARWICK, 1986).

Em países da Europa e nos EUA programas de manejo integrado têm se utilizado de populações de ácaros fitoseídeos resistentes evoluídas no campo, assim como selecionadas em laboratório (HOY & KNOP, 1981; HOY, 1985; FOURNIER et al., 1987; HOY & OUYANG, 1989; HOY, 1990; HARDMAM et al., 2000). O uso desses inimigos naturais resistentes é parte integrante do manejo de ácaros fitófagos em diversas culturas, incluindo maçã (BLOMMERS, 1994), pêssegos (FIELD, 1978), amêndoas (HOY, 1985) e plantas de casas de vegetação (HUSSEY & SCOPES, 1985).

Apesar do elevado número de casos de programas de manejo de pragas baseados na liberação de linhagens resistentes de inimigos naturais (destacando-se os ácaros fitoseídeos) em vários países, no Brasil esse assunto ainda é incipiente. No entanto, as possibilidades de exploração desta ferramenta, que agrega harmoniosamente o controle químico ao biológico, parecem promissoras (MONTEIRO, 2002). Em citros, estudos revelaram que a evolução para a resistência ao inseticida deltametrina em algumas populações de ácaros fitoseídeos pode estar sendo responsável pela permanência deles em algumas áreas, contribuindo dessa forma para o controle biológico efetivo de ácaros-praga como *B. phoenicis* (POLETTI, 2002).

No caso do emprego de *N. californicus* para o controle de *B. phoenicis*, a utilização de linhagens resistentes desse predador poderia contribuir para a preservação contínua dessa espécie nos pomares, inclusive durante as pulverizações para o controle de insetos e ácaros comumente associados a essa cultura. A introdução de populações de fitoseídeos tolerantes ou resistentes a produtos químicos, como as observadas neste estudo, em agroecossistemas citrícolas, possibilitaria a manutenção de um ambiente favorável ao controle biológico exercido pelos predadores, mesmo

diante da aplicação de agrotóxicos, sem que houvesse mortalidade destes inimigos naturais, contribuindo assim para minimizar os danos provocados por pragas na cultura. Além de reduzir o uso de acaricidas, e conseqüentemente os custos de produção e quantidade de resíduos no produto final, acompanhando desse modo as exigências de um mercado que vem se tornando a cada dia mais exigente.

#### 4. Conclusões

*Nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho, pode-se concluir que:*

Abamectin, azocyclotin, chlorfenapyr, dicofol, dinocap, óxido de fenbutatin, propargite e pyridaben são altamente tóxicos a *B. phoenicis*, apresentando valores de CL<sub>90</sub> iguais ou inferiores às concentrações recomendadas desses produtos.

O predador *N. californicus* é mais tolerante aos agrotóxicos bifenthrin, propargite, óxido de fenbutatin e dinocap que as populações de *B. phoenicis* e *E. concordis* (de Descalvado-SP e Jaboticaba-SP).

A população de *E. concordis* de Jaboticabal é mais resistente que a de Descalvado a azocyclotin, bifenthrin, chlorfenapyr, dicofol e propargite.

Acephate é extremamente tóxico a *E. concordis*, mas inócuo a adultos de *N. californicus*.

**CAPÍTULO 4- INTERAÇÕES INTRAGUILDA ENVOLVENDO OS ÁCAROS *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) E *Euseius concordis* (CHANT) (ACARI: PHYTOSEIIDAE), *Agistemus brasiliensis* MATIOLI, UECKERMANN & OLIVEIRA (ACARI: STIGMAEIDAE) E *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES) (ACARI: TENUIPALPIDAE)**

**INTERAÇÕES INTRAGUILDA ENVOLVENDO OS ÁCAROS *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) E *Euseius concordis* (CHANT) (ACARI: PHYTOSEIIDAE), *Agistemus brasiliensis* MATIOLI, UECKERMANN & OLIVEIRA (ACARI: STIGMAEIDAE) E *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES) (ACARI: TENUIPALPIDAE)**

**RESUMO** – O objetivo do presente trabalho foi estudar as interações entre *Neoseiulus californicus* (McGregor) e os ácaros predadores *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira (Stigmaeidae) e *Euseius concordis* Chant (Phytoseiidae), considerando *B. phoenicis* como presa comum entre as três espécies. Os bioensaios realizados tiveram duas etapas: a primeira envolveu *N. californicus* e *A. brasiliensis*; e a segunda *N. californicus* e *E. concordis*. Cada etapa constituiu-se de dois experimentos. No experimento 1, uma fêmea adulta de *N. californicus* foi colocada em cada arena de folha de laranjeira ('Pera'), oferecendo-se como presas, ovos de *B. phoenicis* e *A. brasiliensis* em sete diferentes proporções por arena: 1) 60 ovos de *B. phoenicis* (*Bp*); 2) 50 ovos de *Bp* e 10 de *A. brasiliensis* (*Ab*); 3) 40 ovos *Bp* e 20 de *Ab*; 4) 30 ovos de *Bp* e 30 de *Ab*; 5) 20 ovos de *Bp* e 40 de *Ab*; 6) 10 ovos *Bp* e 50 de *Ab*; e 7) 60 ovos de *Ab*. No experimento 2, uma fêmea adulta de *A. brasiliensis* foi colocada por arena, oferecendo-se como presas, ovos de *B. phoenicis* e de *N. californicus* nas mesmas proporções mencionadas anteriormente, sendo apenas substituídos os ovos de *A. brasiliensis* por ovos de *N. californicus*. As arenas foram mantidas a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  de UR e fotofase de 12 horas. Foram contados diariamente os ovos consumidos e os ovos depositados pelos predadores. A segunda etapa envolveu os ácaros *N. californicus* e *E. concordis*, seguindo a mesma metodologia citada anteriormente. Os resultados indicaram que, *N. californicus* se alimenta de ovos de *B. phoenicis* e de *A. brasiliensis*. Entretanto, os ovos do ácaro da leprose foram mais favoráveis à fecundidade do fitoseídeo que os ovos de *A. brasiliensis*. *Neoseiulus californicus* apresentou maior capacidade de controle de *B. phoenicis* em densidades mais elevadas do ácaro da leprose (acima de 20 ovos/arena). *Agistemus brasiliensis* foi mais eficiente que *N. californicus* na predação de *B. phoenicis* em baixas densidades

populacionais da praga (10 ovos/arena). *Neoseiulus californicus* também se alimentou de ovos de *E. concordis*, mas em número inferior a de ovos de *B. phoenicis*. Tanto *A. brasiliensis* como *E. concordis* predaram os ovos de *N. californicus*, assim sendo, eles podem diminuir as chances de estabelecimento de *N. californicus*, em pomares com altas populações destes inimigos naturais. Também foi observado que *N. californicus* predou os ovos de *A. brasiliensis*, assim como de *E. concordis*, podendo vir a interferir no controle biológico exercido por essas espécies, caso ele se estabeleça no campo.

**Palavra-chave:** Ácaro predador, Competição interespecífica, Controle biológico

**INTRAGUILD INTERACTION INVOLVING *Neoseiulus californicus* (McGREGOR),  
*Euseius concordis* CHANT (ACARI: PHYTOSEIIDAE), *Agistemus brasiliensis*  
MATIOLI, UECKERMANN & OLIVEIRA (ACARI: STIGMAEIDAE) AND *Brevipalpus*  
*phoenicis* (GEIJSKES) (ACARI: TENUIPALPIDAE)**

**SUMMARY** – The objective of the present research was to study the interactions among *Neoseiulus californicus* and the predatory mites *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira (Stigmaeidae) and *Euseius concordis* Chant (Phytoseiidae), considering *B. phoenicis* as common prey for the three species. The bioassays were divided into two phases: The first phase involved *N. californicus* and *A. brasiliensis*; and the second *N. californicus* and *E. concordis*. Each phase was constituted of two experiments. For the experiment 1, one adult female of *N. californicus* was placed into each arena of citrus leaf ('Pera' cultivar), offering as prey eggs of *B. phoenicis* and *A. brasiliensis* in seven different proportions per arena: 60 eggs of *B. phoenicis* (*Bp*); 2) 50 eggs of *Bp* and 10 of *A. brasiliensis* (*Ab*); 3) 40 eggs of *Bp* and 20 of *Ab*; 4) 30 eggs of *Bp* and 30 of *Ab*; 5) 20 eggs of *Bp* and 40 of *Ab*; 6) 10 eggs of *Bp* and 50 of *Ab*; e 7) 60 eggs of *Ab*. For the experiment 2, one adult female of *A. brasiliensis* was placed into each arena, offering as food eggs of *B. phoenicis* and of *N. californicus* in the same proportions as mentioned before, changing only eggs of *A. brasiliensis* for eggs of *N. californicus*. The arenas were kept at  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  de RH and photo phase of 12 hours. The numbers of consumed prey eggs and oviposited eggs by predators were daily counted. The second experiment involved *N. californicus* and *E. concordis*, following the same method as mentioned before. The results indicate that *N. californicus* feed on *B. phoenicis* and *A. brasiliensis* eggs. However, *B. phoenicis* eggs were more favorable to the fecundity of the phytoseiid mite than *A. brasiliensis* eggs. *Neoseiulus californicus* presented higher performance of *B. phoenicis* control in higher densities of the pest mite (more than 20 eggs/arena). *Agistemus brasiliensis* was more efficient than *N. californicus* in preying *B. phoenicis* in low densities of the pest (10 egg/arena). *Neoseiulus californicus* also fed on *E. concordis* eggs, however, in lower rates than on

*B. phoenicis* eggs. Both, *A. brasiliensis* and *E. concordis*, attack *N. californicus* eggs, therefore, they may reduce the chances of *N. californicus* establishment in citrus orchards with high populations of these natural enemies. *Neoseiulus californicus* also attacks *A. brasiliensis* eggs as well as *E. concordis* eggs, with the possibility of affecting the biological control promoted by these species, in the case of *N. californicus* establishment in the field.

**Keywords:** Predatory mite, Interespecific competition, Biological control

## 1. Introdução

Dentre as pragas de importância econômica para a citricultura, o ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) é apontado como uma das principais, por ser considerado o responsável pela transmissão do vírus da leprose dos citros (CiLV) (MUSUMESI & ROSSETTI, 1963). A doença é apontada como um dos principais fatores para a redução da produtividade de laranja no Estado de São Paulo (GUIRADO & SILVÉRIO, 1992).

Os ácaros predadores das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae constituem-se nos principais inimigos naturais de *B. phoenicis* em citros (MORAES, 2002; MATIOLI & OLIVEIRA, 2007) e, como agentes de controle biológico, têm despertado as atenções, com expectativa de reduzir os custos de controle químico e favorecer o desenvolvimento de um ambiente mais estável.

As famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae coexistem em diversas culturas, e freqüentemente promovem o controle biológico de ácaros-praga e interagem entre si através de competição por presas ou pela predação interespecífica (CLEMETS & HARMSSEN, 1992). Dentre estas interações, tem se observado que os ácaros Stigmaeidae se alimentam de formas imaturas de fitoseídeos, principalmente ovos (CROFT & MacRAE, 1993). Diversos pesquisadores têm sugerido que estes ácaros (Stigmaeidae) podem limitar o controle biológico exercido pelos ácaros fitoseídeos (CROFT & McGROARTY, 1977; SANTOS & LAING, 1985; WOOLHOUSE & HARMSSEN, 1987).

O efeito negativo de fitoseídeos sobre ácaros Stigmaeidae também tem sido relatado. Uma pesquisa realizada em pomar cítrico do Estado de São Paulo indicou nítida competição entre fitoseídeos e estigmeídeos, havendo aumento do número de ácaros Stigmaeidae após a eliminação da maioria dos fitoseídeos, em consequência da pulverização de inseticidas (SATO et al., 2001).

Estudo sobre as interações entre ácaros predadores (das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae) e o ácaro *B. phoenicis* é relevante para implantação de um programa adequado de manejo integrado de pragas em citros, visando à redução dos problemas

causados pelo ácaro da leprose e outros ácaros-praga na cultura. Por esses motivos, pretendeu-se, estudar as interações entre ácaros predadores das famílias Phytoseiidae (*E. concordis* e *N. californicus*) e Stigmaeidae (*A. brasiliensis*) e o ácaro-praga *B. phoenicis*, além de avaliar os possíveis efeitos da introdução de *N. californicus* em pomares cítricos do Estado de São Paulo, sobre esses ácaros comumente encontrados em citros.

## 2. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Entomologia Econômica, do Centro Experimental Central do Instituto Biológico, em Campinas, SP. A população de *B. phoenicis*, coletada de plantas de citros no município de Piracicaba-SP, foi cedida pelo Prof. Dr. Celso Omoto, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP.

A população do fitoseídeo *N. californicus* foi coletada em cultivo comercial de morangueiro, no município de Atibaia-SP. A identificação foi realizada pelo Prof. Dr. Gilberto José de Moraes, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / USP, Piracicaba-SP.

Essa espécie de fitoseídeo mostrou-se tolerante ou resistente a diversos agrotóxicos utilizados em citros no Brasil (SATO et al., 2002; SILVA & OLIVEIRA, 2006, 2007) é fácil de ser criada e mostra-se eficiente na predação de ovos (SILVA, 2005) e larvas de *B. phoenicis*.

Os ácaros da espécie *E. concordis* foram coletados em pomar cítrico no município de Descalvado-SP. A identificação desse ácaro foi realizada pelo Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, do Instituto Biológico, Campinas-SP.

Os ácaros da espécie *A. brasiliensis* foram coletados de plantas de laranja, das variedades Pêra e Valência, na FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal-SP. A identificação da espécie foi realizada pelo Dr. André Luiz Matioli, do Instituto Biológico, Campinas-SP.

## 2.1. Criação dos ácaros utilizados nos estudos

***Brevipalpus phoenicis*** --- Foram transferidas aproximadamente 40 a 50 fêmeas adultas do ácaro com auxílio de um pincel de pelo macio, para frutos de laranja da variedade Pera. Os frutos foram previamente lavados com água e secos, e em seguida parafinados, deixando-se uma arena de 6 cm<sup>2</sup> circundada com cola adesiva (Tanglefoot®) para contenção dos ácaros. A criação foi mantida em sala climatizada à temperatura de 25 ± 2°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12h. Os frutos foram substituídos a cada 30 a 40 dias, à medida que deterioravam.

**Ácaros predadores** --- Foram transferidos fêmeas adultas de *E. concordis* (Phytoseiidae) ou *A. brasiliensis* (Stigmaeidae) para folhas de laranjeira da variedade Pera, colocadas sobre camada de algodão hidrófilo em placa de Petri (15 cm de diâmetro). Para evitar a fuga dos ácaros, manteve-se a borda da folha coberta com algodão umedecido. Ninfas e adultos de *B. phoenicis* e pólen de mamona (KOMATSU, 1988) e/ou de taboa (MOREIRA, 1993) foram colocados em abundância em cada arena para servir de alimento aos predadores. O pólen de taboa, assim como de mamona, foi armazenado por até 30 dias sob refrigeração (4°C).

A criação dos ácaros *N. californicus* (Phytoseiidae) seguiu a mesma metodologia descrita anteriormente, entretanto, utilizou-se de folhas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC.) como substrato e ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, como fonte de alimento. Todas as criações foram mantidas em salas climatizadas a 25 ± 2°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12h.

## 2.2. Interações de ácaros das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae

Os bioensaios realizados tiveram duas etapas distintas. A primeira etapa envolveu as famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae, representadas pelos ácaros *N. californicus* e *A. brasiliensis*. A segunda etapa envolveu apenas a família Phytoseiidae representada pelas espécies *N. californicus* e *E. concordis*. Os estudos foram

realizados avaliando-se a competição por presas (*B. phoenicis*) e pela predação interespecífica.

Os experimentos foram realizados utilizando apenas fêmeas adultas de inimigos naturais (Phytoseiidae ou Stigmaeidae) com idade de aproximadamente 5 dias, para se observar a atividade predatória sobre *B. phoenicis* e ácaros predadores. Como presas, foram oferecidos apenas ovos do ácaro-praga (*B. phoenicis*) e/ou de ácaros predadores, pelo fato das fêmeas de algumas espécies de fitoseídeos e estigmeídeos consumirem mais ovos do que os estágios móveis das presas (SABELIS, 1985; CROFT & MacRAE, 1993) e em razão de os ovos de ácaros fitófagos, assim como de ácaros predadores, serem mais facilmente manipulados que os estágios móveis.

### **2.2.1. Interação *N. californicus* x *A. brasiliensis***

Para a condução dos experimentos foram confeccionadas arenas constituídas por discos de folha de laranjeira da variedade Pera, com aproximadamente 3 cm de diâmetro, colocados sobre uma camada de algodão hidrófilo em placa de Petri (8 cm de diâmetro). A camada de algodão foi mantida saturada com água destilada para evitar a fuga do ácaro predador e servir de fonte de água. Sobre a folha, uma pequena quantidade de algodão foi colocada para servir de local de postura.

Cada etapa constituiu-se em duas fases. No experimento 1, uma fêmea adulta de *N. californicus* foi colocada em cada arena de folha de laranjeira ('Pêra'), oferecendo-se como presas ovos de *B. phoenicis* e *A. brasiliensis* em sete diferentes proporções por arena: 1) 60 ovos de *B. phoenicis*; 2) 50 ovos *B. phoenicis* e 10 de *A. brasiliensis*; 3) 40 ovos *B. phoenicis* e 20 de *A. brasiliensis*; 4) 30 ovos *B. phoenicis* e 30 de *A. brasiliensis*; 5) 20 ovos *B. phoenicis* e 40 de *A. brasiliensis*; 6) 10 ovos *B. phoenicis* e 50 de *A. brasiliensis*; e 7) 60 ovos de *A. brasiliensis*.

No experimento 2, uma fêmea adulta de *A. brasiliensis* foi colocada por arena, oferecendo-se como presas ovos de *B. phoenicis* e de *N. californicus* nas mesmas proporções mencionadas anteriormente, sendo apenas substituído os ovos de *A. brasiliensis* por ovos de *N. californicus*.

A transferência dos ovos do ácaro-da-leprose e dos predadores para as arenas experimentais foi realizada utilizando-se de um pincel de poucos pelos, com o auxílio de um microscópio estereoscópico.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos (7 densidades de ovos de *B. phoenicis* e *N. californicus* ou *B. phoenicis* e *A. brasiliensis*) repetidos 4 vezes.

As avaliações foram efetuadas diariamente, durante sete dias, sendo a primeira delas descartada, para que não houvesse interferência da alimentação anterior, realizada na criação, conforme metodologia utilizada por MORAES & McMURTRY (1981). A avaliação estendeu-se por seis dias, sendo diariamente anotados os ovos consumidos e os ovos postos pelos ácaros predadores.

Os ovos de *B. phoenicis* e dos predadores foram repostos durante as avaliações realizadas a cada 12 horas, mantendo-se sempre a mesma densidade preestabelecida em cada tratamento durante o período do experimento.

Os bioensaios foram conduzidos em câmara climatizada a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  de UR e fotofase de 12 horas.

Para fins de análise estatística, os números de ovos consumidos e ovipositados pelos predadores foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$  e submetidos à análise de variância e ao teste de F e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

As relações entre o número de ovos consumidos e o número de ovos oferecidos; assim como, entre o número de ovos consumidos e a taxa de oviposição (dados não transformados), foram examinados utilizando-se análise de regressão linear simples, através do programa BioEstat 3.0 (AYRES et al., 2003).

### **2.2.2. Interação *N. californicus* x *E. concordis***

Os bioensaios foram realizados seguindo a mesma metodologia citada anteriormente no item (2.2.1), entretanto, os ácaros predadores utilizados nesta parte dos estudos foram os fitoseídeos *N. californicus* e *E. concordis*.

No experimento 1, uma fêmea de *N. californicus* foi colocada em cada arena de folha de laranjeira ('Pera'), oferecendo-se como presas ovos de *B. phoenicis* e ovos *E. concordis* em sete diferentes proporções por arena: 1) 60 ovos de *B. phoenicis*; 2) 50 ovos *B. phoenicis* e 10 de *E. concordis*; 3) 40 ovos *B. phoenicis* e 20 de *E. concordis*; 4) 30 ovos de *B. phoenicis* e 30 de *E. concordis*; 5) 20 ovos de *B. phoenicis* e 40 de *E. concordis*; 6) 10 ovos de *B. phoenicis* e 50 de *E. concordis*; e 7) 60 ovos de *E. concordis*.

No experimento 2, uma fêmea de *E. concordis* foi colocada por arena, oferecendo-se como presas ovos de *B. phoenicis* e ovos de *N. californicus* como fonte de alimento nas proporções já citadas.

Os bioensaios foram conduzidos em câmara climatizada a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  de UR e fotofase de 12 horas.

Para fins de análise estatística, os números de ovos consumidos e ovipositados pelos predadores foram transformados em  $\sqrt{x+0,5}$  e submetidos à análise de variância e ao teste de F e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

As relações entre o número de ovos consumidos e o número de ovos oferecidos; assim como, entre o número de ovos consumidos e a taxa de oviposição (dados não transformados), foram examinadas utilizando-se análise de regressão linear simples, através do programa BioEstat 3.0 (AYRES et al. , 2003).

As taxas de consumo de ovos de *B. phoenicis* por *A. brasiliensis*, *N. californicus* e *E. concordis*, assim como as taxas de oviposição dos três predadores, foram comparadas utilizando-se o teste *t* (dados não transformados) (AYRES et al., 2003).

### 3. Resultados e Discussão

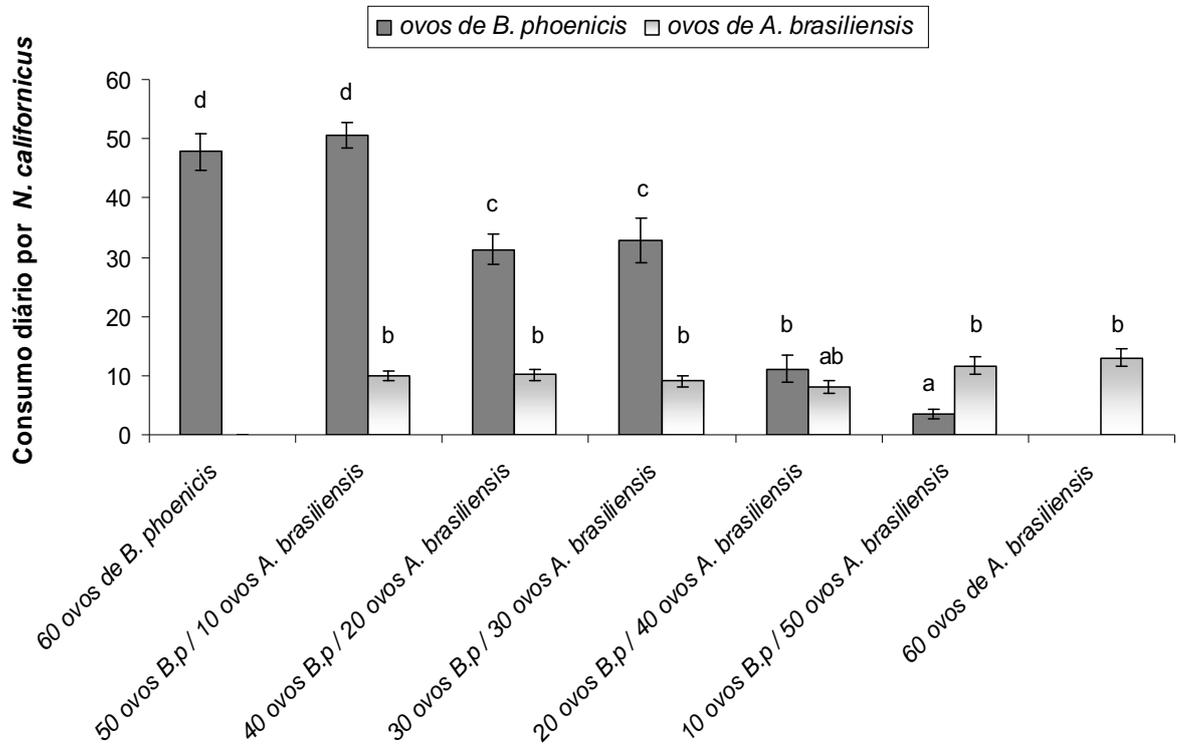
#### 3.1. Interação *N. californicus* x *A. brasiliensis*

##### 3.1.1. Experimento 1 - Predação por fêmeas adultas de *N. californicus*

No presente estudo foi observado que *N. californicus* se alimentou de ambos os recursos, ovos de *B. phoenicis* e de *A. brasiliensis*, porém com uma taxa de consumo maior ( $F = 56,12$ ; G.L. = 11, 276;  $P = 0,0001$ ) de ovos de *B. phoenicis*. Quando foram oferecidas quantidades iguais de ovos de *B. phoenicis* e *A. brasiliensis* (30 ovos/arena), observou-se um consumo 3,6 vezes maior de ovos do ácaro-praga do que do estigmeídeo (Figura 1).

Em relação às quantidades de ovos de cada espécie oferecidos para *N. californicus*, o fitoseídeo apresentou consumo proporcional à quantidade de ovos oferecidos apenas para *B. phoenicis*, para o qual houve correlação positiva ( $P < 0,0001$ ) entre o número de ovos disponíveis de *B. phoenicis* e a taxa de consumo de ovos desta espécie por *N. californicus*. No caso de ovos de *A. brasiliensis*, não foi observada correlação significativa ( $P > 0,05$ ) entre o número de ovos oferecidos (densidade por placa) e número de ovos consumidos pelo fitoseídeo (Tabela 1).

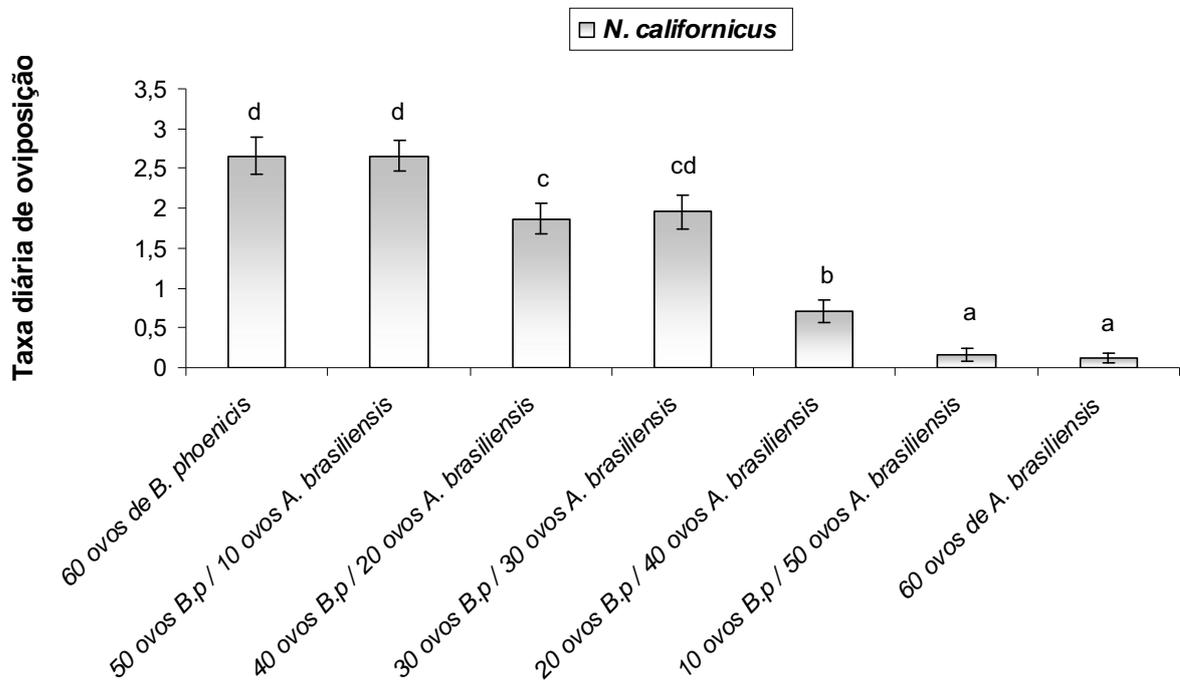
Os dados indicam que os ovos do ácaro da leprose foram nutricionalmente mais favoráveis à fecundidade de *N. californicus*, pois com a diminuição da disponibilidade de ovos do ácaro da leprose e aumento na oferta de ovos de *A. brasiliensis*, houve uma diminuição progressiva em sua oviposição (Figura 2). Observou-se uma correlação linear significativa ( $P < 0,0001$ ) entre o consumo diário de ovos de *B. phoenicis* e a taxa de oviposição (número de ovos/fêmea/dia) de *N. californicus* (Tabela 2).



**Figura 1.** Consumo diário (média  $\pm$  erro-padrão) de ovos de *Brevipalpus phoenicis* e *Agistemus brasiliensis* por *Neoseiulus californicus*. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 1.** Relação entre o número de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Agistemus brasiliensis*) oferecidos e o número de ovos da presa consumidos por *Neoseiulus californicus*:  $Y$  = número de ovos consumidos/fêmea/dia;  $x$  = número de ovos da presa oferecidos (densidade por arena); coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)

Espécie da presa	Equação de regressão	$R^2$	F	G.L.	P
<i>B. phoenicis</i>	$Y = -4,2389 + 0,9660x$	0,6004	213,33	143	< 0,0001
<i>A. brasiliensis</i>	$Y = 8,6417 + 0,0489x$	0,0145	3,1077	143	0,0763



**Figura 2.** Oviposição diária (média  $\pm$  erro-padrão) por fêmea de *Neoseiulus californicus*, para as diferentes densidades de ovos das presas *Brevipalpus phoenicis* e *Agistemus brasiliensis*. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Relação entre consumo de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Agistemus brasiliensis*) e taxa de oviposição (número de ovos/fêmea/dia) do predador *Neoseiulus californicus*:  $Y$  = número de ovos postos/fêmea do predador/dia;  $x$  = número de ovos da presa consumidos/fêmea do predador/dia; coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)

Espécie da presa	Equação de regressão	$R^2$	$F$	G.L.	$P$
<i>B. phoenicis</i>	$Y = 0,3115 + 0,0437x$	0,5321	161,47	143	< 0,0001
<i>A. brasiliensis</i>	$Y = 1,1325 + 0,0046x$	0,0005	0,0693	143	0,7888

Na densidade de 60 ovos de *B. phoenicis* por arena, o fitoseídeo consumiu por dia em média 47,83 ovos do ácaro da leprose e converteu este recurso na produção de 2,66 ovos/fêmea/dia. Os dados indicam uma alta capacidade de predação de ovos de *B. phoenicis* por *N. californicus* e que os ovos do ácaro-praga representam uma boa fonte de alimento para o predador (Figuras 1 e 2).

Os resultados corroboram com os de SILVA (2005), que relatou que o consumo médio de ovos de *B. phoenicis* por *N. californicus* foi de 59,0 ovos/fêmea/dia em densidades acima de 80 ovos do tenuipalpídeo por arena, resultando na produção de 2,3 a 2,8 ovos/fêmea/dia. Quando *N. californicus* foi alimentado com *T. urticae* (todas as fases), a oviposição média foi de 2,6 ovos/fêmea/dia.

FERLA (2001) verificou que *Neoseiulus anonyms* (Chant & Baker) alimentado com *Tetranychus mexicanus* (McGregor) produziu em média 2,0 ovos/fêmea/dia, sendo próximo aos valores observados para *N. californicus* alimentado com ovos de *B. phoenicis*.

YAMAMOTO & GRAVENA (2001), estudando a influência de *B. phoenicis* na oviposição do ácaro *I. zuluagai*, importante inimigo natural do ácaro da leprose em citros, relataram que a oviposição média apresentada pelo fitoseídeo foi de 0,25 ovo/fêmea/dia, valor bem inferior ao obtido com *N. californicus*, que ressalta a potencialidade de uso deste inimigo natural para o controle de *B. phoenicis* em citros.

Ao contrário do que foi observado para ovos de *B. phoenicis*, quando foram oferecidos apenas ovos de *A. brasiliensis* para *N. californicus*, a taxa de oviposição do fitoseídeo foi muito baixa (0,12 ovos/fêmea/dia), sendo 22 vezes menor do que quando o fitoseídeo foi alimentado apenas com ovos de *B. phoenicis* (Figuras 1 e 2). Não foi observada correlação significativa ( $P > 0,05$ ) entre o número de ovos de *A. brasiliensis* consumidos e a taxa de oviposição de *N. californicus* (Tabela 2). Os resultados indicam que os ovos de *A. brasiliensis* não é uma boa fonte alimentar para *N. californicus*.

CLEMENTS & HARMSSEN (1990, 1993) também mencionam que ovos de estigmeídeos não são nutricionalmente favoráveis à fecundidade de ácaros fitoseídeos.

Um fato interessante é que a taxa de predação de ovos de *A. brasiliensis* por fêmeas de *N. californicus* apresentou um valor semelhante ( $P > 0,05$ ) em todos os

tratamentos em que foram oferecidos ovos do estigmeídeo, independentemente da densidade de ovos do estigmeídeo por arena (Figura 1). Esse valor médio de consumo foi de  $10,32 \pm 0,73$  ovos do estigmeídeo por dia.

Esse padrão de consumo de ovos, ocorrido em todos os tratamentos, indica a existência de um valor máximo de consumo, que seria em torno de 10 ovos por dia. Essa limitação de consumo de ovos de *A. brasiliensis* pode estar associada à composição química dos ovos do estigmeídeo. Nesse caso, a presença de um ou mais compostos com ação antialimentar nos ovos do estigmeídeo poderia explicar a limitação de consumo desses ovos por *N. californicus*. A presença dessas substâncias também poderia influenciar na baixa qualidade nutricional desses ovos. Esses compostos deterrentes poderiam servir para proteção dos ovos contra a predação por inimigos naturais como ácaros da família Phytoseiidae. Essa hipótese ainda precisa ser mais bem estudada em condições de laboratório. A natureza química desses possíveis compostos deterrentes ainda é desconhecida.

Essa hipótese da presença de compostos antialimentares nos ovos de estigmeídeos é reforçada pelo fato de que o fitoseídeo, em muitos casos, apenas ataca os ovos do estigmeídeo sem consumi-lo totalmente.

Resultados semelhantes foram observados por MacRAE & CROFT (1996), que mencionaram que cada fêmea do fitoseídeo *Typhlodromus pyri* Scheuten predou 9,78 ovos de *Zetzellia mali* (Ewing) por dia. O fitoseídeo predou as formas imaturas de *Z. mali*, mas geralmente não os consumiu por inteiro. O ataque pelo fitoseídeo, no entanto, causou mortalidade ao estigmeídeo em todos os casos. Apesar da predação, os ovos e larvas de *Z. mali* não foram adequados para a alimentação de *T. pyri*.

SATO et al. (2002) também mencionaram um antagonismo entre ácaros fitoseídeos e estigmeídeos, em pomar cítrico do Estado de São Paulo. Nesse caso, os ácaros estigmeídeos foram favorecidos com a eliminação dos fitoseídeos, através do uso de agrotóxicos. Uma das hipóteses mencionadas foi a predação direta dos ácaros estigmeídeos pelos fitoseídeos em condição de campo. Quando os fitoseídeos foram eliminados, houve um rápido crescimento populacional dos estigmeídeos em citros,

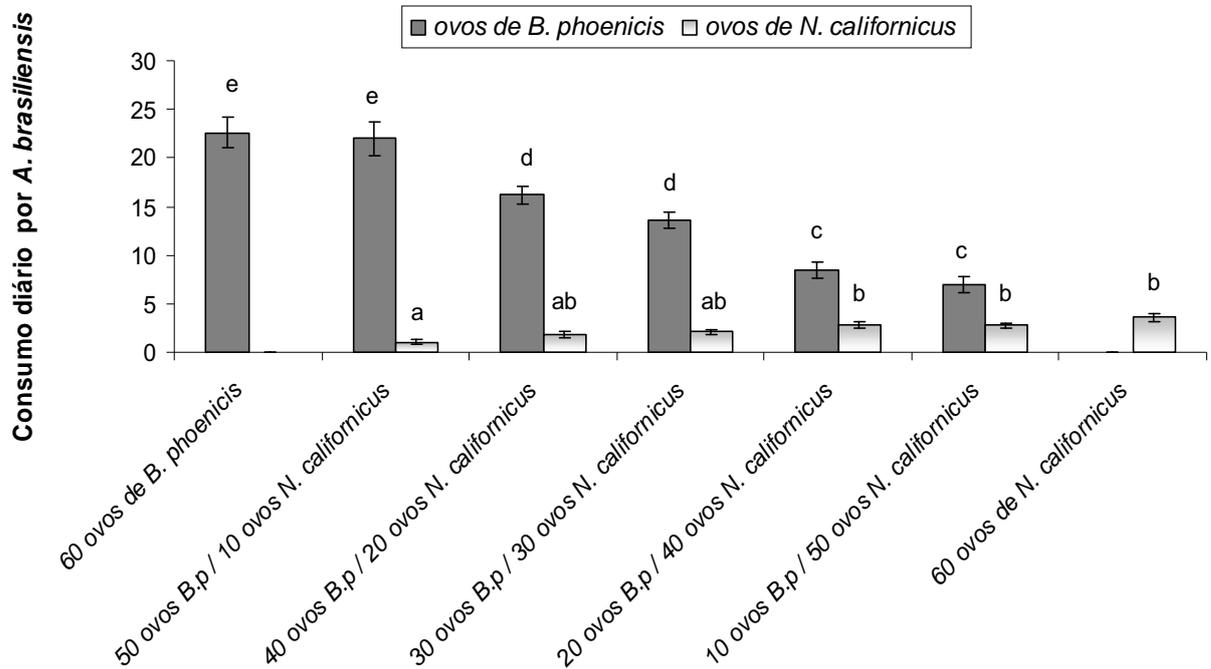
havendo decréscimo desses ácaros (Stigmaeidae) com o restabelecimento populacional dos fitoseídeos.

No tratamento em que foram oferecidos apenas 10 ovos de *B. phoenicis* por arena, juntamente com 50 ovos de *A. brasiliensis*, a taxa de oviposição de *N. californicus* foi muito baixa (0,16 ovos/fêmea/dia), sendo semelhante ( $P > 0,05$ ) ao tratamento onde foi oferecido apenas ovos de *A. brasiliensis* (Figura 2). Esses resultados corroboram com estudos realizados anteriormente por SILVA (2005) que observou que *N. californicus* apresentava dificuldade para localizar os ovos de *B. phoenicis*, quando estes eram oferecidos na densidade de 10 ovos por arena. Nesse caso, houve mortalidade dos ácaros *N. californicus*, entre o terceiro e o quarto dia, quando foram oferecidos apenas ovos de *B. phoenicis* nessa densidade (SILVA, 2005). No presente experimento, não houve mortalidade do ácaro fitoseídeo, indicando que os ovos de *A. brasiliensis* apresentam algum valor nutricional para *N. californicus*.

No tratamento contendo apenas ovos de *A. brasiliensis* (densidade de 60 ovos), *N. californicus* predou em média 13,04 ovos/fêmea/dia do estigmeídeo, e converteu em 0,12 ovos/fêmea/dia, a menor taxa de oviposição registrada para o fitoseídeo (Figura 2).

### **3.1.2. Experimento 2 – Predação por fêmeas adultas de *A. brasiliensis***

No presente estudo foi observado que *A. brasiliensis*, se alimenta de ambos os recursos, ovos de *B. phoenicis* e ovos de *N. californicus* (Figura 3), porém, com maior ( $F = 111,75$ ; G.L. = 11, 276;  $P < 0,0001$ ) consumo de ovos de *B. phoenicis* em relação aos de *N. californicus*. No tratamento em que foram fornecidas as mesmas quantidades de ovos de *B. phoenicis* e *N. californicus* (30 ovos/arena), houve um consumo diário de 13,66 ovos do ácaro-praga por fêmea de *A. brasiliensis*, que correspondeu a 6,44 vezes o número de ovos consumidos de *N. californicus* (Figura 3). Em parte, o maior consumo de ovos de *B. phoenicis* se deve às diferenças no tamanho dos ovos do tenuipalpeo em relação aos do fitoseídeo.



**Figura 3.** Consumo diário (média  $\pm$  erro-padrão) de ovos de *Brevipalpus phoenicis* e *Neoseiulus californicus* por *Agistemus brasiliensis*. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Relação entre o número de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Neoseiulus californicus*) oferecidos e o número de ovos da presa consumidos por *Agistemus brasiliensis*: Y = número de ovos consumidos/fêmea/dia; x = número de ovos da presa oferecidos (densidade por arena); coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de F; G.L. (graus de liberdade) e P (probabilidade).

Espécie da presa	Equação de regressão	$R^2$	F	G.L.	P
<i>B. phoenicis</i>	$Y = 2,7806 + 0,3465x$	0,5095	147,50	143	< 0,0001
<i>N. californicus</i>	$Y = 0,7111 + 0,0471x$	0,2237	40,92	143	< 0,0001

Com relação às quantidades de ovos de cada espécie consumida por *A. brasiliensis*, o estigmeídeo consumiu maior número de ovos das duas espécies à

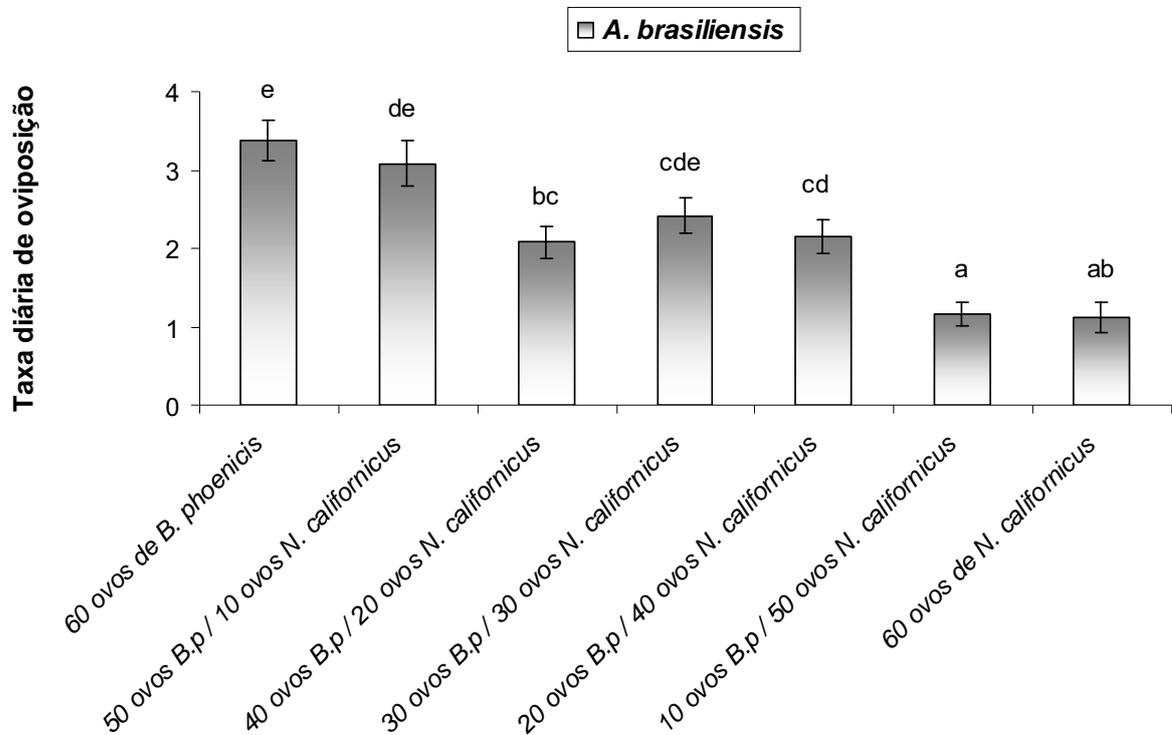
medida que havia maior disponibilidade, observando-se correlações positivas e significativas ( $P < 0,0001$ ) entre os números de ovos oferecidos de *B. phoenicis* e *N. californicus* e as respectivas taxas de consumo de ovos destas espécies por *A. brasiliensis* (Tabela 3). Nesse caso, não há nenhum indício de que os ovos de *B. phoenicis* ou de *N. californicus* possam apresentar qualquer fator que desestime a alimentação por *A. brasiliensis*.

Observando-se os dados de oviposição, pode-se inferir que os ovos do ácaro da leprose foram nutricionalmente mais favoráveis à fecundidade do estigmeídeo, quando comparados com ovos do fitoseídeo (Figura 4).

No tratamento em que foram oferecidos apenas ovos de *B. phoenicis*, na densidade de 60 ovos por arena, *A. brasiliensis* consumiu em média 22,6 ovos/fêmea/dia, e produziu 3,37 ovos/fêmea/dia. Quando foram oferecidos apenas ovos de *N. californicus* (60 ovos por arena), o estigmeídeo consumiu em média 3,58 ovos/fêmea/dia e produziu 1,12 ovos/fêmea/dia, que foi significativamente ( $F = 14,987$ ; G.L. = 6, 161;  $P < 0,0001$ ) inferior ao do tratamento com apenas ovos de *B. phoenicis* (Figuras 3 e 4).

MATIOLI (2002) relata que utilizando densidades de 40 ácaros da leprose por arena, *A. brasiliensis* produziu em média de 4,18 ovos/fêmea/dia, valor um pouco superior ao observado no presente estudo.

Comparando-se o número de ovos consumidos e a taxa de oviposição do estigmeídeo para as diferentes proporções de ovos das duas espécies de presas avaliadas, observou-se uma correlação positiva e significativa ( $P < 0,0001$ ) apenas para ovos de *B. phoenicis*, indicando alta influência dos ovos dessa espécie na oviposição de *A. brasiliensis*. No caso de ovos de *N. californicus*, foi observada uma correlação negativa entre o número de ovos oferecidos de *N. californicus* e a taxa de oviposição de *A. brasiliensis*, indicando ser menor a influência dos ovos do fitoseídeo na oviposição do estigmeídeo, nos diferentes tratamentos.



**Figura 4.** Oviposição diária (média  $\pm$  erro-padrão) por fêmea de *Agistemus brasiliensis*, nas diferentes densidades de ovos das presas *Brevipalpus phoenicis* e *Neoseiulus californicus*. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Relação entre consumo de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Neoseiulus californicus*) e taxa de oviposição (número de ovos/fêmea/dia) do predador *Agistemus brasiliensis*:  $Y$  = número de ovos postos/fêmea do predador/dia;  $x$  = número de ovos da presa consumidos/fêmea do predador/dia; coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)

Espécie da presa	Equação de regressão	$R^2$	F	G.L.	P
<i>B. phoenicis</i>	$Y = 1,1606 + 0,0819x$	0,2679	51,9568	143	< 0,0001
<i>N. californicus</i>	$Y = 2,4874 - 0,0021x$	0,0671	10,2154	143	0,0021

No tratamento em que se ofereceu 10 ovos de *B. phoenicis* e 50 de *N. californicus* por arena, cada fêmea de *A. brasiliensis* consumiu por dia 6,95 ovos do ácaro da leprose e 2,79 ovos de *N. californicus* (Figura 3). A taxa de oviposição para esta proporção de ovos foi de 1,16 ovos/fêmea/dia, sendo semelhante ao do tratamento com apenas ovos de *N. californicus*, porém em maior densidade (60 por arena) (Figura 4).

Comparando esses resultados com os do experimento anterior (3.1.1), no qual foram oferecidos ovos de *B. phoenicis* na mesma densidade (10 ovos por arena) para o fitoseídeo *N. californicus* (Figura 1), observa-se que o número de ovos de *B. phoenicis* consumidos pelo fitoseídeo foi de apenas 3,5 ovos/fêmea/dia, sendo praticamente a metade ( $t = 3,21$ ; G.L. = 47,44;  $P = 0,0024$ ) do que foi consumido por *A. brasiliensis* (Figura 3).

A maior capacidade dos estigmeídeos em se manter em baixas densidades da presa e sua melhor capacidade competitiva sobre fitoseídeos em condições de escassez de alimento também foram relatados por outros autores (CLEMENTS & HARMSSEN, 1992; WHITE & LAING, 1977).

Apesar de o estigmeídeo consumir mais ovos de *B. phoenicis* em baixas densidades do ácaro fitófago por arena, quando foram colocados 60 ovos de ácaro da leprose por arena, o fitoseídeo consumiu 47,8 ovos/fêmea/dia, correspondendo a 2,11 vezes ( $t = 7,1795$ ; G.L. = 34,17;  $P < 0,0001$ ) o número de ovos de *B. phoenicis* consumidos pelo estigmeídeo.

Diversos autores relatam que a alimentação de ácaros estigmeídeos sobre ovos de fitoseídeos, em condições de baixas densidades de presas, pode afetar, em curto prazo, a capacidade dos fitoseídeos de controlar ácaros-praga (JOHNSON & CROFT, 1981; CLEMENTS & HARMSSEN, 1990; CROFT & MacRAE, 1992; CROFT & MacRAE, 1993; MacRAE & CROFT, 1996; CROFT & SLONE, 1997). Por outro lado, em longo prazo, a presença dos estigmeídeos pode melhorar o equilíbrio biológico no sistema, devido à baixa capacidade de ácaros fitoseídeos em controlar os ácaros-praga em baixos níveis populacionais (CROFT & MacRAE, 1992).

A predação de *A. brasiliensis* em ovos do fitoseídeo, observada na presente pesquisa, pode indicar que o estigmeídeo poderia se manter no campo, mesmo em

baixas densidades de presas, se alimentando de ovos do fitoseídeo, podendo até mesmo promover o deslocamento de *N. californicus*, caso ele seja introduzido em pomares cítricos. No entanto, o diferencial dessas populações está na tolerância aos agrotóxicos normalmente aplicados na cultura. A maior parte dos acaricidas utilizados em citros afeta severamente os estigmeídeos (vide Capítulo 2) sem prejudicar os fitoseídeos da espécie *N. californicus* (SILVA & OLIVEIRA, 2006). Assim sendo, em áreas com aplicação de acaricidas e inseticidas, há maior probabilidade de estabelecimento de *N. californicus*. Além disso, *N. californicus* também ataca ovos de *A. brasiliensis*, limitando a predação do estigmeídeo.

### **3.2. Interação *N. californicus* e *E. concordis***

#### **3.2.1. Experimento 1 - Predação por fêmea adulta de *N. californicus***

No presente estudo foi observado que *N. californicus* se alimentou de ambos os recursos, ovos de *B. phoenicis* e ovos de *E. concordis* (Figura 5), porém com tendência de maior consumo de ovos de *B. phoenicis* em relação aos de *E. concordis*. Quando foram oferecidos isoladamente 60 ovos de cada espécie, *N. californicus* consumiu em média 46,58 ovos de *B. phoenicis* por fêmea por dia, o que correspondeu a 4,22 vezes ( $F = 57,506$ ; G.L. = 11, 276;  $P < 0,0001$ ) o número de ovos de *E. concordis*. No entanto, quando os ovos das espécies foram oferecidos na mesma proporção em uma mesma arena (30 ovos de cada espécie), não foi observada diferença estatística ( $P > 0,05$ ) nas taxas de consumo diário de ovos de cada espécie, variando entre 9,08 e 11,08 ovos (Figura 5).

Com relação às quantidades de ovos consumidos por *N. californicus*, o fitoseídeo consumiu maior número de ovos das duas espécies à medida que havia maior disponibilidade, observando-se correlações positivas e significativas ( $P < 0,0001$ ) entre o número de ovos oferecidos de *B. phoenicis* e *E. concordis* e as respectivas taxas de consumo de ovos destas espécies por *N. californicus* (Tabela 5). Nesse caso, também

não foi observado nenhum indício de que ovos de *B. phoenicis* ou de *E. concordis* possam apresentar qualquer fator deterrente de alimentação para *N. californicus*.

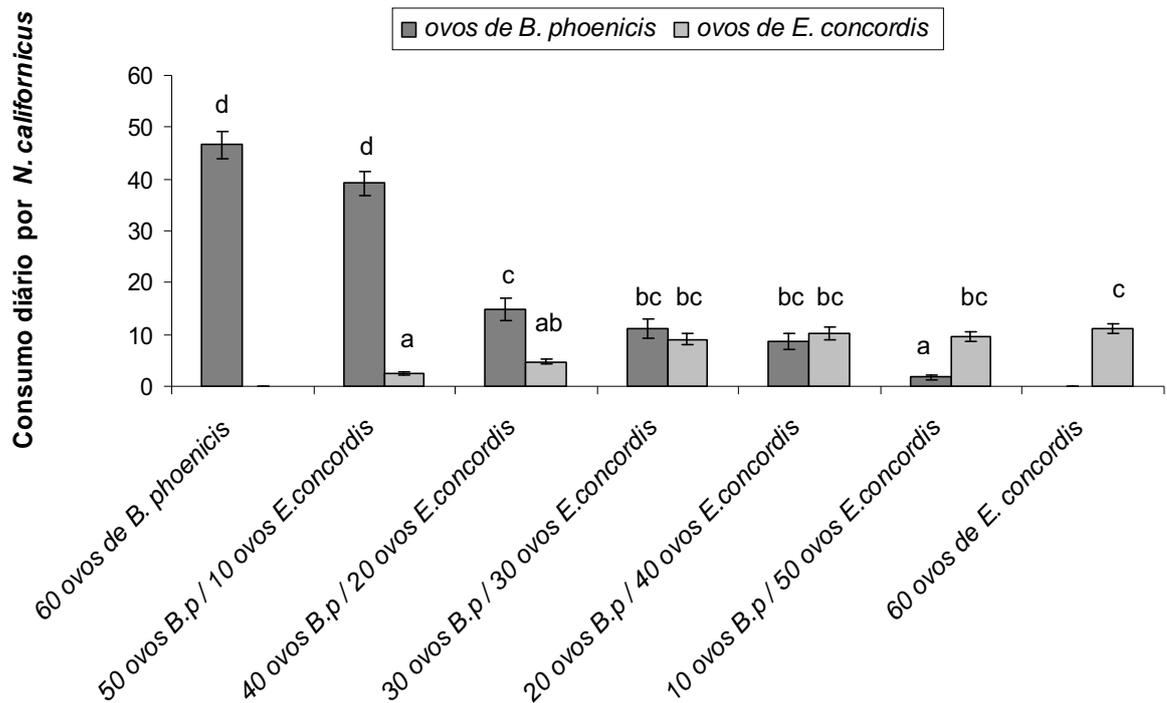
Os dados de oviposição indicam que os ovos de *B. phoenicis* são mais favoráveis à oviposição de *N. californicus* que os de *E. concordis*. A taxa de oviposição de *N. californicus* (2,33 ovos/fêmea/dia), quando alimentado apenas de ovos de *B. phoenicis* foi significativamente mais alta ( $F = 3,761$ ; G.L. = 6, 161;  $P = 0,002$ ) do que quando alimentado com ovos de *E. concordis* (1,71 ovos/fêmea/dia) (Figura 6).

Os resultados de taxas de consumo e oviposição para *N. californicus*, utilizando-se ovos de *B. phoenicis* como alimento, corroboram com os obtidos no Experimento 1 desta pesquisa, assim como os de SILVA (2005), que relata que o consumo médio de ovos de *B. phoenicis* por *N. californicus* em estudos de resposta funcional (densidades de 80 a 100 ovos) foi de 59,0 ovos/fêmea/dia com a produção de 2,30 ovos/fêmea/dia.

No presente estudo, cada fêmea de *N. californicus* consumiu 11,0 ovos de *E. concordis* por dia, o que pode ser considerado elevado, comparando-se com relatos de CROFT et al. (1998), que mencionam que cada fêmea de *N. californicus* consumiu em média 4,53 ovos de *Neoseiulus fallacis* (Garman) por dia.

Nos tratamentos em que foram oferecidos em conjunto ovos de *B. phoenicis* e ovos de *E. concordis*, verificou-se que, com a diminuição da disponibilidade de ovos do ácaro da leprose, houve um aumento na predação aos ovos de *E. concordis*. Os resultados indicam que ovos de *E. concordis* podem compensar parcialmente a falta de ovos de *B. phoenicis*.

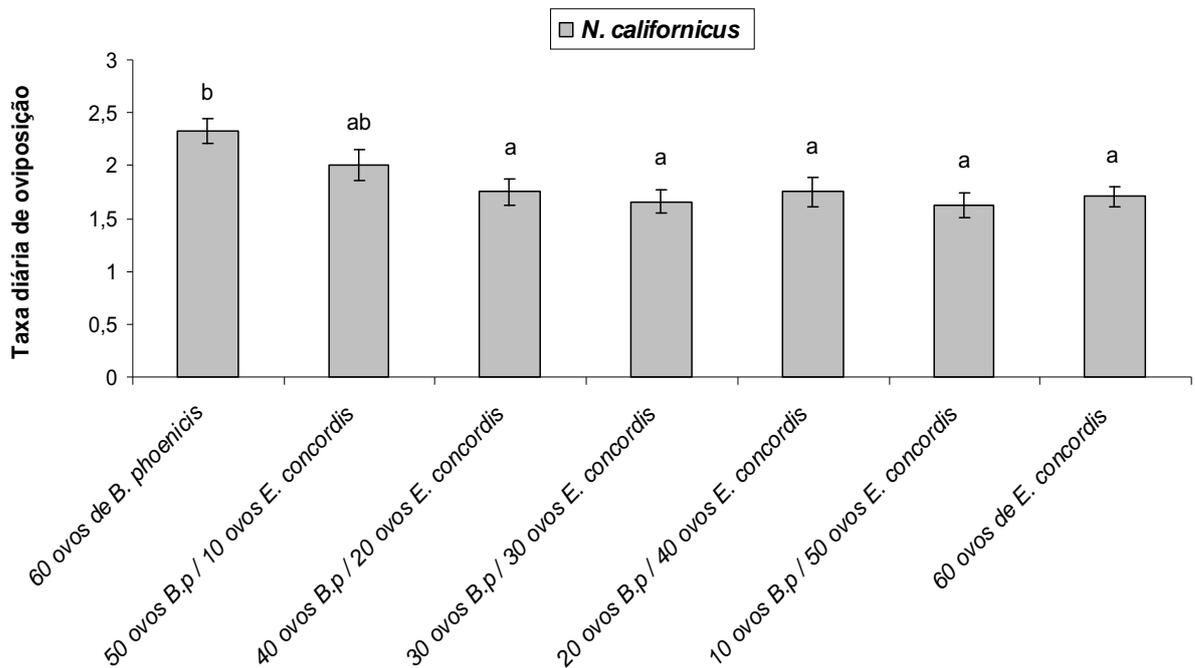
Comparando-se o número de ovos consumidos e a taxa de oviposição de *N. californicus*, para as diferentes proporções de ovos das duas espécies avaliadas, observou-se correlação positiva e significativa ( $P < 0,0001$ ) para ovos de *B. phoenicis*, indicando alta influência dos ovos dessa espécie na oviposição de *N. californicus*. No caso de ovos de *E. concordis*, não foi observada nenhuma correlação ( $P = 0,8235$ ) entre o número de ovos consumidos e a taxa de oviposição de *N. californicus*, indicando uma influência menor dos ovos dessa espécie na taxa de oviposição de *N. californicus*, nos diferentes tratamentos (Tabela 6).



**Figura 5.** Consumo (média  $\pm$  erro-padrão) de ovos de *Brevipalpus phoenicis* e *Euseius concordis* por *Neoseiulus californicus*. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.** Relação entre o número de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Euseius concordis*) oferecidos e o número de ovos da presa consumidos por *Neoseiulus californicus*:  $Y$  = número de ovos consumidos/fêmea/dia;  $x$  = número de ovos da presa oferecidos (densidade por arena); coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)

Espécie da presa	Equação de regressão	$R^2$	$F$	G.L.	$P$
<i>B. phoenicis</i>	$Y = -11,5194 + 0,9111x$	0,6756	259,7359	143	< 0,0001
<i>E. concordis</i>	$Y = 2,0167 + 0,1668x$	0,2951	60,8685	143	< 0,0001



**Figura 6.** Oviposição (média  $\pm$  erro-padrão) de *Neoseiulus californicus*, nas diferentes densidades de ovos das presas *Brevipalpus phoenicis* e *Euseius concordis*. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 6.** Relação entre consumo de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Euseius concordis*) e taxa de oviposição (número de ovos/fêmea/dia) do predador *Neoseiulus californicus*:  $Y$  = número de ovos postos/fêmea do predador/dia;  $x$  = número de ovos da presa consumidos/fêmea do predador/dia; coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)

Espécie da presa	Equação de regressão	$R^2$	F	G.L.	P
<i>B. phoenicis</i>	$Y = 1,5361 + 0,0156x$	0,2031	36,196	143	< 0,0001
<i>E. concordis</i>	$Y = 1,7666 - 0,0021x$	0,0003	0,0468	143	0,8235

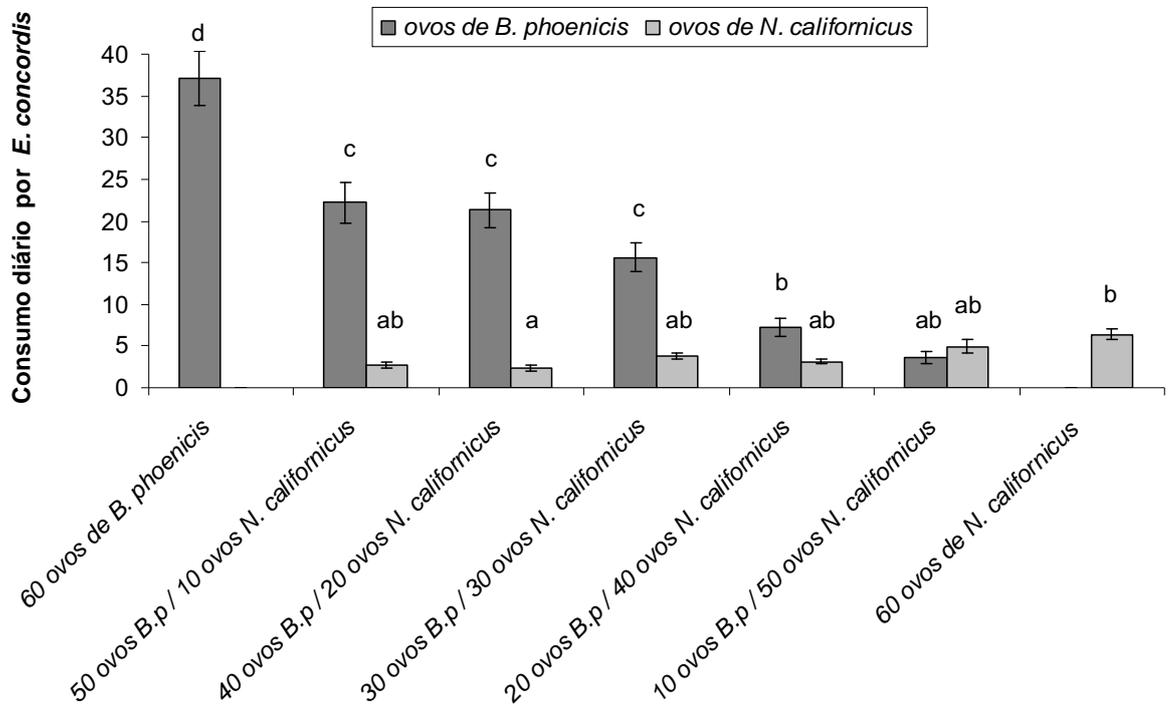
### 3.2.2. Experimento 2 - Predação por fêmea adulta de *E. concordis*

Observou-se neste experimento que *E. concordis* se alimentou tanto de ovos de *B. phoenicis* como de *N. californicus* (Figura 7), apresentando também maior tendência de consumo de ovos de *B. phoenicis* em relação aos de *N. californicus*.

Quando foram oferecidos isoladamente ovos de *B. phoenicis* e de *N. californicus* (60 ovos/arena), o consumo médio de ovos de *B. phoenicis* (37,04 ovos/fêmea/dia) foi 5,8 vezes maior que de *N. californicus*. Quando foram colocados simultaneamente 30 ovos de cada espécie (*B. phoenicis* e *N. californicus*) por arena, o consumo de ovos de *B. phoenicis* (15,58 ovos/fêmea/dia) também foi significativamente maior ( $F = 58,565$ ; G.L. = 11, 276;  $P < 0,0001$ ), sendo 4,15 vezes acima do que foi registrado para ovos de *N. californicus*.

Com relação às quantidades de ovos consumidos por *E. concordis*, esta espécie consumiu maior número de ovos das duas espécies à medida que havia maior disponibilidade do recurso, observando-se correlações positivas e significativas ( $P < 0,0001$ ) entre o número de ovos oferecidos de *B. phoenicis* e *N. californicus* e as respectivas taxas de consumo de ovos destas espécies por *E. concordis* (Tabela 7). Nesse caso, também não foi observado nenhum indício de que ovos de *B. phoenicis* ou de *N. californicus* possam apresentar qualquer fator inibitório à alimentação de *E. concordis*.

Os dados de oviposição indicam que os ovos de *B. phoenicis* são mais favoráveis à oviposição de *E. concordis* que os de *N. californicus*, embora não tenha sido observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na taxa de oviposição de *E. concordis* quando foram oferecidos isoladamente ovos de *B. phoenicis* e de *N. californicus* (60 ovos/espécie/arena) (Figura 8). A única diferença significativa ( $F = 2,292$ ; G.L. = 6, 161;  $P = 0,038$ ) foi observada entre o tratamento em que foram oferecidos apenas ovos de *B. phoenicis* (60 ovos/arena) e aquele em que foram oferecidos ovos das duas espécies na proporção de 20 ovos de *B. phoenicis* e 40 ovos de *N. californicus*. Nesse caso, a maior taxa de oviposição (1,54 ovos/fêmea/dia) foi registrada quando foram oferecidos apenas ovos de *B. phoenicis*.



**Figura 7.** Consumo (média  $\pm$  erro-padrão) de ovos de *Brevipalpus phoenicis* e *Neoseiulus californicus* por *Euseius concordis*. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

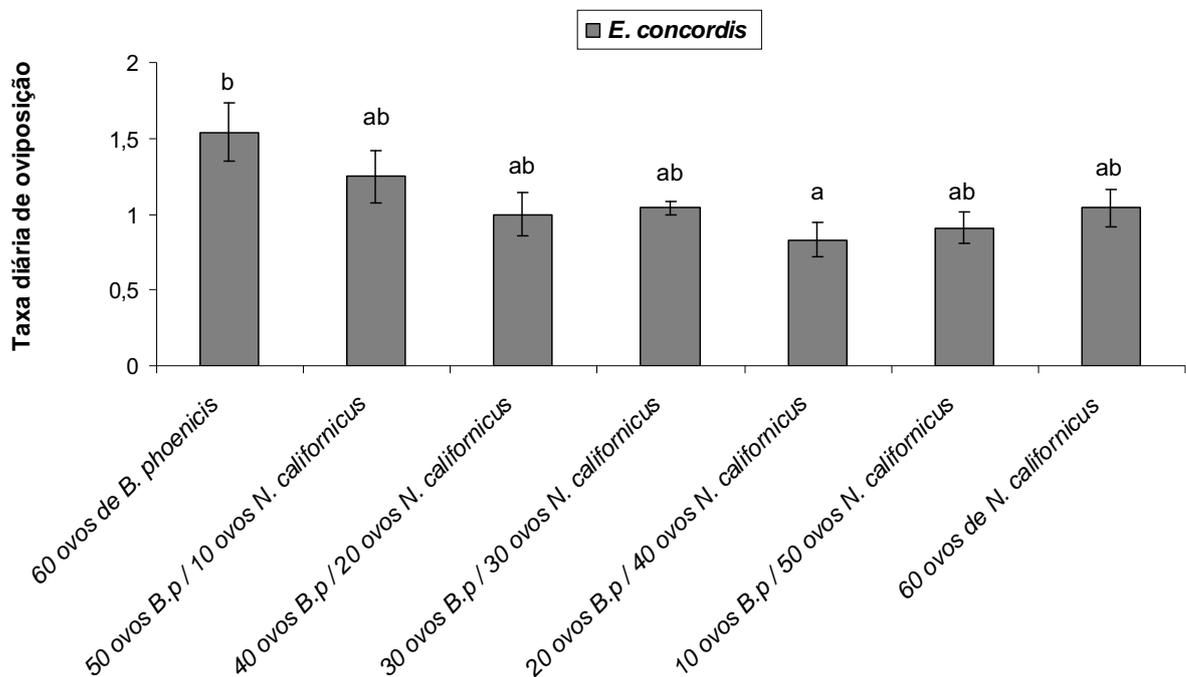
**Tabela 7.** Relação entre o número de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Neoseiulus californicus*) oferecidos e o número de ovos da presa consumidos por *Euseius concordis*:  $Y$  = número de ovos consumidos/fêmea/dia;  $x$  = número de ovos da presa oferecidos (densidade por arena); coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)

Espécie da presa	Equação de regressão	$R^2$	F	G.L.	P
<i>B. phoenicis</i>	$Y = - 3,9778 + 0,623x$	0,5170	152,013	143	< 0,0001
<i>N. californicus</i>	$Y = 1,3389 + 0,0729x$	0,2107	37,901	143	< 0,0001

Uma das possíveis explicações para as baixas taxas de oviposição nos tratamentos com poucos ovos de *B. phoenicis* por arena, seja a dificuldade do fitoseídeo em encontrar os ovos da presa. As mais baixas taxas de oviposição foram observadas nos tratamentos com 10 e 20 ovos de *B. phoenicis* por arena ( $\leq 0,91$  ovo/fêmea/arena). Essa menor oviposição pode estar relacionada ao maior gasto de energia na procura desses ovos.

Comparando-se o número de ovos consumidos e a taxa de oviposição de *E. concordis*, para as diferentes proporções de ovos das duas espécies de presas avaliadas, observou-se correlação positiva e significativa ( $P < 0,0001$ ) para ovos de *B. phoenicis*, indicando elevada influência dos ovos dessa espécie na oviposição de *E. concordis*. No caso de ovos de *N. californicus*, também foi observada correlação positiva ( $P = 0,0465$ ) entre o número de ovos consumidos e a taxa de oviposição de *E. concordis*, indicando influência significativa dos ovos dessa espécie na oviposição de *E. concordis*, nos diferentes tratamentos (Tabela 8).

A influência significativa dos ovos das duas espécies de presas (Tenuipalpidae e Phytoseiidae) nas taxas de oviposição de *E. concordis* indica que o aumento de consumo de ovos de qualquer uma das espécies (Tenuipalpidae ou Phytoseiidae) favorece a oviposição do predador *E. concordis*. Essa baixa especificidade é condizente com o fato dos ácaros do gênero *Euseius* serem considerados pouco seletivos quanto ao hábito alimentar. De acordo com McMURTRY & CROFT (1997) os ácaros deste gênero são classificados no Grupo IV (predadores polífagos). Esse grupo engloba algumas espécies que apresentam maior desenvolvimento e reprodução quando alimentadas com pólen do que com ácaros (McMURTRY & CROFT, 1997; GERSON et al., 2003; VILLANUEVA & CHILDERS, 2004).



**Figura 8.** Oviposição (média  $\pm$  erro-padrão) de *Euseius concordis*, para as diferentes densidades de ovos das presas *Brevipalpus phoenicis* e *Neoseiulus californicus*. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 8.** Relação entre consumo de ovos da presa (*Brevipalpus phoenicis* ou *Neoseiulus californicus*) e taxa de oviposição (número de ovos/fêmea/dia) do predador *Euseius concordis*:  $Y$  = número de ovos postos/fêmea do predador/dia;  $x$  = número de ovos da presa consumidos/fêmea do predador/dia; coeficiente de determinação ( $R^2$ ); valores de  $F$ ; G.L. (graus de liberdade) e  $P$  (probabilidade)

Espécie da presa	Equação de regressão	$R^2$	F	G.L.	P
<i>B. phoenicis</i>	$Y = 0,6899 - 0,0229x$	0,2277	43,1507	143	< 0,0001
<i>N. californicus</i>	$Y = 0,8698 - 0,0371x$	0,0269	3,9306	143	0,0465

Comparando-se a capacidade de predação em ovos de *B. phoenicis* por *N. californicus* e *E. concordis*, e as respectivas taxas de oviposição, para os tratamentos em que foram oferecidos apenas ovos de *B. phoenicis* (60 ovos/ arena), verificou-se que tanto a taxa de consumo como os de, oviposição foram maiores para *N. californicus*. Nesse caso, a taxa de consumo de ovos de *B. phoenicis* por *N. californicus* foi 25,8% maior que a apresentada por *E. concordis*. A taxa de oviposição de *N. californicus* foi 51,3% maior que de *E. concordis*, para a mesma quantidade de alimento oferecido (Tabela 9). Esses resultados indicam que *N. californicus* é mais eficiente que *E. concordis* na predação de *B. phoenicis*, podendo ser um inimigo natural bastante interessante em programas de controle biológico deste ácaro-praga.

**Tabela 9.** Comparação entre as taxas de consumo e oviposição de *Neoseiulus californicus* e *Euseius concordis*, quando alimentados apenas de ovos de *Brevipalpus phoenicis*, na densidade de 60 ovos por arena: Número de ovos consumidos (de *B. phoenicis*) ou depositados pelas fêmeas de um dos fitoseídeos; valores de *t*, G.L. (graus de liberdade) e *P* (probabilidade)

Parâmetro	Espécie	Número de ovos consumidos ou depositados por fêmea	<i>t</i>	G.L.	<i>P</i>
Taxa de consumo de ovos	<i>N. californicus</i>	46,58 ± 2,52	2,3092	43,13	0,0257
	<i>E. concordis</i>	37,04 ± 3,28			
Taxa de oviposição	<i>N. californicus</i>	2,33 ± 0,12	3,5604	37,89	0,001
	<i>E. concordis</i>	1,54 ± 0,19			

#### 4. Conclusões

*Nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho, pode-se concluir que:*

O ácaro *N. californicus* se alimentar de ovos de *B. phoenicis* e de *A. brasiliensis*, sendo os ovos do ácaro da leprose mais favoráveis à fecundidade de *N. californicus* que os ovos de *A. brasiliensis*.

*Neoseiulus californicus* apresenta maior capacidade de controle de *B. phoenicis* em densidades mais elevadas. *A. brasiliensis* é mais eficiente que *N. californicus* na predação de *B. phoenicis* em baixas densidades populacionais de praga.

*Neoseiulus californicus* é mais eficiente que *E. concordis* na predação de *B. phoenicis*.

*Agistemus brasiliensis* e *E. concordis* predam ovos de *N. californicus*, podendo diminuir as chances de estabelecimento deste predador em pomares com altas populações destes inimigos naturais.

*Neoseiulus californicus* preda ovos de *A. brasiliensis* e de *E. concordis*, podendo vir a interferir no controle biológico exercido por essas espécies.

**CAPÍTULO 5 - POTENCIAL DE ESTABELECIMENTO DE *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) E PREDACÃO DE ÁCAROS FITÓFAGOS EM CITROS, NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**POTENCIAL DE ESTABELECIMENTO DE *Neoseiulus californicus* (McGREGOR)  
(ACARI: PHYTOSEIIDAE) E PREDÇÃO DE ÁCAROS FITÓFAGOS EM CITROS NO  
ESTADO DE SÃO PAULO**

**RESUMO** - A pesquisa teve por objetivo avaliar a viabilidade da utilização de *N. californicus* em pomares cítricos no Estado de São Paulo, visando ao controle biológico de ácaros-praga, principalmente *B. phoenicis*. O bioensaio foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram: 1) testemunha; 2) aplicação de acephate + liberação de *N. californicus*; 3) liberação de *N. californicus*; 4) aplicação de propargite; 5) aplicação de acephate. Cada parcela foi constituída de quatro plantas de citros em seqüência na linha. Foram introduzidos aproximadamente 2.000 ácaros por planta em cada liberação, totalizando 48 mil ácaros da espécie *N. californicus* nas áreas dos tratamentos 2 e 3. Em cada avaliação foram coletados 10 folhas e 10 frutos por parcela. Uma grande riqueza de espécies de ácaros foi observada no pomar de citros. Foram encontradas 30 espécies distintas de ácaros, distribuídas em 17 famílias. Entre os ácaros fitófagos, as espécies mais abundantes foram *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (211.500 espécimes), *Panonychus citri* (McGregor) (3.542 espécimes) e *B. phoenicis*. (2.906 espécimes). Entre os predadores, a família Phytoseiidae, apresentou a maior riqueza de espécies (7) e o maior número de espécimes (1.197 ácaros). A espécie predominante de Phytoseiidae foi *E. concordis*, representando 98% dos ácaros coletados em folhas e 55,7% em frutos. Após as liberações, *N. californicus* chegou a se tornar a segunda espécie mais abundante de Phytoseiidae, com 38,6% dos ácaros coletados em frutos. Com relação a *B. phoenicis*, verificou-se influência da liberação de *N. californicus* sobre a população do ácaro-praga, que se mostrou 62,3% menor em frutos do tratamento 2 (*N. californicus* + acephate) que no da testemunha. Os resultados indicam viabilidade de uso de *N. californicus* visando ao controle do ácaro da leprose em pomares cítricos do Estado de São Paulo.

**Palavra-chave:** Ácaro predador, Ácaro fitófago, Controle biológico de ácaro-praga

**POTENTIAL OF ESTABLISHMENT OF *Neoseiulus californicus* (McGREGOR)  
(ACARI: PHYTOSEIIDAE) AND PREDATION OF PHYTOPHAGOUS MITES ON  
CITRUS IN THE STATE OF SÃO PAULO**

**SUMMARY** - The objective of this research was to evaluate the viability of the use of *N. californicus* in citrus orchards, in the State of São Paulo, for the biological control of pest mites, mainly *B. phoenicis*. The bioassay was in a completely randomized design, with four replicates. The treatments were: 1) control; 2) application of acephate + release of *N. californicus*; 3) release of *N. californicus*; 4) application of propargite; 5) application of acephate. Each plot was constituted of four citrus plants in sequence in the line. Approximately 2,000 mites were released per plant for each release, totalizing 48 thousands *N. californicus* mites on the plots of treatments 2 and 3. Ten leaves and ten fruits were taken from each plot for each evaluation. Great mite diversity was found on the citrus orchard. Thirty mite species were found, distributed into 17 families. Among the phytophagous mites, the most abundant species were: *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (211,500 specimens), *Panonychus citri* (McGregor) (3,542 specimens) and *B. phoenicis* (2,906 specimens). Among the predators, Phytoseiidae presented the highest species richness (7 species) and the highest number of specimens (1,197 mites). The predominant species of Phytoseiidae was *Euseius concordis* (Chant), representing 98% of the mites collected from leaves and 55.7% from fruits. After the releases, *N. californicus* became the second most abundant species of Phytoseiidae, with 38.6% of mites collected from fruits. A clear effect of *N. californicus* release was observed for *B. phoenicis* population on fruits, which was 62.3% lower in treatment 2 (*N. californicus* + acephate) than in the control. The results indicate viability of the use of *N. californicus* for the control of *B. phoenicis* in citrus orchards in the State of São Paulo.

**Keywords:** Predatory mite, Phytophagous mites, Biological control of pest mites,

## 1. Introdução

Embora competitiva, a citricultura brasileira é bastante vulnerável, em função da estreita base genética e da constante ameaça de pragas e doenças que, agindo em conjunto ou isoladamente, podem, em determinadas circunstâncias, tornarem-se fatores limitantes a produção (RODRIGUES, 2000).

Dentre as pragas de importância econômica para a citricultura, o ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) e o da falsa ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) são considerados pragas-chave (GRAVENA, 1984). Ambos são responsáveis pela maioria das pulverizações realizadas em citros, sendo gastos em torno de 90 milhões de dólares, e, desse total, aproximadamente 70% é destinado ao controle do ácaro da leprose (SINDAG, 2002).

Diante deste quadro, a integração do controle químico e biológico para o manejo de ácaros fitófagos é uma alternativa para minimizar os problemas enfrentados pelos citricultores. O Manejo Integrado de pragas (MIP) tende a proporcionar um melhor equilíbrio ecológico entre as pragas e seus inimigos naturais (KOGAN, 1998) sendo importante a utilização de técnicas que favoreçam esse equilíbrio.

Dentre os inimigos naturais presentes em citros, aqueles pertencentes à família Phytoseiidae são considerados como os mais importantes, devido ao seu potencial como agente regulador de populações de ácaros fitófagos (McMURTRY et al., 1970; HELLE & SABELIS, 1985; McMURTRY & CROFT, 1997) e pequenos insetos, como mosca-branca e tripses (VAN HOUTEN et al., 1995). São mais de 2.250 espécies de fitoseídeos descritas mundialmente (MORAES et al., 2004), das quais aproximadamente 200 já foram observadas em citros (MORAES et al., 1986, 2004).

Nos pomares cítricos do Estado de São Paulo, as espécies de Phytoseiidae mais frequentes são *Euseius concordis* (Chant), *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (SATO et al., 1994; RAGA et al., 1996; REIS et al., 2000; ALBUQUERQUE, 2006). O ácaro *E. concordis* durante o período de sua vida, preda em média 351 ovos ou 302 formas jovens ou 20,5 adultos do ácaro da leprose. O adulto é mais voraz que as formas imaturas (KOMATSU, 1988). *Iphiseiodes zuluagai* e

*E. citrifolius* também se mostram promissores no controle biológico de *B. phoenicis* e outros ácaros-praga em citros no Brasil (MOREIRA, 1993; REIS et al., 1998).

Em países da Europa e da América do Norte, o controle de ácaros fitófagos tem sido comumente realizado através da liberação de *Neoseiulus californicus* (McGregor). Nos Estados Unidos, *N. californicus* tem sido liberado para o controle de tetraniquídeos em várias culturas, incluindo citros, feijão, morango, maçã, hortelã e plantas ornamentais (OATMAN et al., 1977; STRONG & CROFT, 1995; McMURTRY & CROFT, 1997).

No Brasil, uma população do ácaro *N. californicus* vem sendo criada e liberada em pomares de maçã no sul do país, visando ao controle de *Panonychus ulmi* Koch. O fitoseídeo tem se mostrado bastante eficiente, contribuindo para uma redução significativa no uso de acaricidas (MONTEIRO, 1994). Em algumas áreas, foi possível o controle de *P. ulmi* apenas com a utilização de *N. californicus*, sem a necessidade da aplicação de acaricidas, a partir do segundo ano após o início das liberações do ácaro predador (MONTEIRO, 2002).

Uma população de ácaros fitoseídeos da espécie *N. californicus*, coletada de morangueiro comercial em Atibaia, SP, mostrou-se tolerante ou resistente a diversos agrotóxicos utilizados em citros no Brasil (SATO et al., 2002, SILVA & OLIVEIRA, 2006, 2007). Essa espécie de fitoseídeo é fácil de ser criada e mostra-se eficiente na predação de ovos (SILVA, 2005) e larvas de *B. phoenicis*. Também apresenta bom potencial para o controle biológico de outras espécies de ácaros-praga presentes na cultura, tais como, *P. oleivora* e *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (SILVA, 2005).

Embora não se tenha conhecimento da presença de *N. californicus* em citros no Brasil, a utilização de ácaros predadores desta população, mais tolerante a agrotóxicos, em programas de manejo de ácaros-praga pode ser bastante interessante em pomares de citros, onde o uso de agrotóxicos é bastante intenso. Assim sendo, a pesquisa teve por objetivo estudar a viabilidade de introdução dessa espécie na cultura dos citros no Estado de São Paulo, e avaliar a potencialidade de *N. californicus* no controle biológico de ácaros-praga.

## 2. Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em cultivo convencional de *Citrus sinensis* (Var. Pera), na Fazenda Santana localizada no município de Descalvado (21° 59' S; 47° 35' W; 784 m), Estado de São Paulo. O pomar apresentava aproximadamente 4 anos de idade, com plantas com dois metros de altura, no espaçamento de 5m entre plantas e 7m entre linhas.

Estudos preliminares conduzidos na Fazenda Santana, para avaliar quais espécies de ácaros predadores eram mais abundantes no pomar, indicaram *E. concordis* como a espécie mais abundante, representando quase 90% dos ácaros coletados. Ácaros predadores da família Stigmaeidae eram raros neste pomar, provavelmente devido à alta incidência de *E. concordis*. Esse estudo prévio serviu de subsídio para o delineamento deste experimento de campo.

### 2.1. Origem e criação de *Neoseiulus californicus*

A população de *N. californicus* utilizada neste trabalho foi coletada em cultivo comercial de morangueiro, no município de Atibaia-SP, em 30/10/1999. A identificação foi realizada pelo Prof. Dr. Gilberto José de Moraes, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / USP, Piracicaba-SP.

A criação de *N. californicus* foi realizada em casa de vegetação utilizando plantas de feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.)], cultivadas em vasos plásticos de 5.000 mL, infestadas com *Tetranychus urticae* Koch para servir de alimento aos ácaros predadores. As instalações de criação dos ácaros predadores localizavam-se na Fazenda Santana no município de Descalvado-SP.

### 2.2. Delineamento experimental

O bioensaio foi delineado experimentalmente em parcelas inteiramente casualizadas, onde cinco tratamentos (Tabela 1), foram repetidos quatro vezes. Cada

parcela foi constituída de quatro plantas de citros em seqüência na linha, sendo avaliadas apenas as duas plantas centrais.

**Tabela 1.** Tratamentos utilizados nos ensaios de campo em Descalvado-SP, 2008.

Tratamentos	
1	Testemunha
2	Aplicação de acephate + liberação de <i>N. californicus</i>
3	Liberação de <i>N. californicus</i>
4	Aplicação de propargite
5	Aplicação de acephate

Tratamento 1 (testemunha): Não foram realizadas liberações de predadores, ou qualquer aplicação de acaricidas, nas plantas deste tratamento, durante o período do experimento.

Tratamento 2 (aplicação de acephate + liberação de *N. californicus*): O acephate foi pulverizado sobre as plantas cítricas antes da liberação de *N. californicus* em citros, visando a eliminação de ácaros predadores da família Phytoseiidae, que poderiam afetar o estabelecimento de *N. californicus* no pomar cítrico. Estudos preliminares indicaram que acephate era inócuo a *N. californicus* e a *B. phoenicis*, mas altamente tóxico a *E. concordis*, que era a espécie mais abundante no pomar. Dessa forma, a utilização de acephate poderia promover a eliminação do principal concorrente (*E. concordis*), favorecendo o estabelecimento e a atuação de *N. californicus* no campo.

Tratamento 3 (liberação de *N. californicus*): Nesse tratamento foram realizadas liberações de *N. californicus*, sem aplicação de qualquer acaricida que pudesse eliminar os ácaros predadores competidores.

Tratamento 4 (aplicação de propargite): O acaricida propargite foi empregado como padrão de controle de ácaros-praga baseado no manejo adotado pelo produtor. Uma das características desse acaricida é que ele é seletivo a *N. californicus*, não havendo problemas de mortalidade de ácaros predadores liberados no experimento (por deriva de agrotóxico).

Tratamento 5 (aplicação de acephate): O acephate foi utilizado neste experimento, sem a liberação de *N. californicus*, para se poder avaliar o efeito isolado deste produto no campo. Com este tratamento, seria possível avaliar melhor a ação do produto sobre *E. concordis*, e os possíveis efeitos da redução populacional do principal ácaro fitoseídeo sobre a comunidade nativa de ácaros e fitoseídeos da espécie *N. californicus* que migrariam posteriormente das plantas do tratamento 2 para as do tratamento 5.

As pulverizações de acephate e propargite foram realizadas com equipamento acoplado a um trator, provido de pistolas, aplicando-se um volume de 6 a 8 litros de calda por planta. Os agrotóxicos utilizados no experimento foram empregados nas concentrações recomendadas para citros no Brasil (AGROFIT, 2008). As concentrações utilizadas foram respectivamente de 56,2 g de i.a./100 L e 72,0 g de i.a./100 L, para acephate (Orthene 750 BR) e propargite (Omite 720 CE).

Foram feitas aplicações de acephate e propargite em 28/02/2007 (prévia) e 24/05/2007. Nas mesmas datas, foram realizadas liberações de *N. californicus* nas áreas dos tratamentos 2 (aplicação de acephate + liberação de *N. californicus*) e 3 (liberação de *N. californicus*). Uma terceira e última liberação de *N. californicus* foi realizada em 26/9/2007.

As liberações dos fitoseídeos foram realizadas após as 17 horas, através de plantas de feijão de porco com o predador (proveniente da criação), colocadas sobre os ramos, na parte interna das plantas de citros. Foram introduzidos aproximadamente 2.000 ácaros por planta em cada liberação, totalizando aproximadamente 48.000 mil ácaros da espécie *N. californicus* nas áreas dos tratamentos 2 e 3.

Foram realizadas as seguintes avaliações: prévia (28/2/2007); e nos dias 7/3; 13/3; 21/3; 28/3; 12/4; 16/5; 24/5; 8/6; 6/7; 26/9; 30/10; 30/11/2007 e 22/2/2008, totalizando 14 coletas no período de 12 meses.

Em cada avaliação foram coletados 10 folhas e 10 frutos (parte interna da planta) por parcela, retirando-se as amostras apenas das duas plantas centrais. As amostras foram colocadas em sacos plásticos, devidamente identificadas e acondicionadas em caixas de poliestireno expandido (isopor) contendo gelo, para diminuir a atividade dos ácaros durante o transporte para o laboratório.

Os frutos e as folhas foram colocados separadamente em recipientes plásticos contendo álcool 70%, onde permaneceram imersos por 5 minutos. Decorrido este prazo, as amostras foram levemente agitadas nesta solução para que os ácaros presentes fossem transferidos para o líquido do recipiente. Em seguida, foram removidos os frutos e as folhas e a solução foi passada por uma peneira com malha de 0,038 mm, “tyler 400”. O material retido na peneira foi transferido para um frasco de vidro com capacidade de 30 ml, com o auxílio de pisseta (com álcool 70%) e de um funil. A triagem dos ácaros foi feita utilizando-se microscópio estereoscópico com aumento de até 40 vezes. Todos os ácaros encontrados foram montados em lâminas de microscopia, em meio de Hoyer. A identificação dos ácaros coletados foi realizada pelo Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, Instituto Biológico, Campinas-SP.

Para fins de análise estatística, os números totais de ácaros por espécie por parcela (somatório de todas as avaliações após a primeira liberação de *N. californicus*), das espécies mais abundantes [*N. californicus*; *E. concordis*; *B. phoenicis*; *P. oleivora*, *Panonychus citri* (McGregor); *Parapronematus acaciae* Baker; *Fungitarsonemus* sp.], foram transformados em  $\sqrt{x+0,5}$  e submetidos à análise de variância e ao teste de F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os números totais de ácaros de cada tratamento (4 repetições) também foram comparados seguindo-se o mesmo procedimento.

As relações entre os números de ácaros das espécies *N. californicus* e *E. concordis*, assim como de *N. californicus* e *B. phoenicis*, foram comparadas utilizando-se coeficiente de correlação de Pearson, através do programa BioEstat 3.0 (AYRES et al., 2003).

Para as espécies *B. phoenicis*, *N. californicus* e *E. concordis*, os números de ácaros presentes em folhas e frutos foram comparados utilizando-se o teste *t* (AIRES et al., 2003).

### 3. Resultados e Discussão

Uma grande diversidade de ácaros foi observada em frutos e folhas de citros na presente pesquisa. Foram encontradas 30 espécies distintas de ácaros, distribuídas em 17 famílias com hábitos alimentares dos mais diversos (Tabelas 2 e 3).

Entre os ácaros fitófagos, o eriofiídeo *P. oleivora* se destacou como o mais abundante, tendo sido coletados aproximadamente 211.500 mil exemplares. Os ácaros *P. citri* (Tetranychidae) e *B. phoenicis* (Tenuipalpidae) com 3.542 e 2.906 mil exemplares respectivamente, foram a segunda e a terceira espécie mais abundante nas avaliações realizadas no pomar cítrico (Tabelas 2 e 3).

Dentre os ácaros predadores, a família Phytoseiidae se destacou por apresentar a maior riqueza de espécies, sendo coletadas sete espécies de ácaros dessa família. A família Phytoseiidae, além de apresentar a maior riqueza de espécies, também foi a que apresentou o maior número de espécimes coletados (1.197 ácaros) (Tabelas 2 e 3). A maior quantidade de indivíduos foi verificada em folhas de citros com 915 ácaros (Tabela 3). Em frutos, o número de fitoseídeos foi bem menor, com apenas 282 espécimes coletados nesse substrato (Tabela 2).

**Tabela 2.** Ácaros coletados em frutos de laranja (*Citrus sinensis*) nos diferentes tratamentos: 1) testemunha; 2) liberação de *Neoseiulus californicus* + aplicação de acephate; 3) liberação de *N. californicus*; 4) aplicação de propargite; 5) aplicação de acephate; totais de ácaros e hábitos alimentares. Descalvado-SP, 28/02/2007 a 22/02/2008.

<b>Espécies</b>	<b>Testemunha</b>	<b><i>N. californicus</i> + Acephate</b>	<b><i>N. californicus</i></b>	<b>Propargite</b>	<b>Acephate</b>	<b>Total</b>	<b>Hábitos alimentares</b>
<b>PROSTIGMATA</b>							
<b>Cheyletidae</b>							
<i>Chletogenes</i> sp.	0	0	0	2	0	2	P
<b>Cunaxidae</b>							
<i>Coleobonzia</i> sp.	0	0	2	0	1	3	P
Cunaxidae não identificado	0	0	0	0	1	1	P
<b>Eriophyidae</b>							
<i>Phyllocoptruta oleivora</i>	20.341	17.045	26.740	24.585	24.500	113.211	F
<b>Eupalopsellidae</b>							
<i>Exothorhis</i> sp.	1	0	1	0	1	3	P
<b>Stigmaeidae</b>							
<i>Agistemus brasiliensis</i>	0	1	0	0	1	2	P
<b>Tarsonemidae</b>							
<i>Daidalotarsonemus</i> sp.	1	0	6	0	4	11	V
<i>Fungitarsonemus</i> sp.	82	51	90	32	44	299	V
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	6	1	5	16	12	40	V
<i>Tarsonemus</i> sp.	16	37	30	4	9	96	V
<b>Tenuipalpidae</b>							
<i>Brevipalpus phoenicis</i>	884	334	568	161	521	2.468	F
<b>Tetranychidae</b>							
<i>Panonychus citri</i>	153	322	122	71	358	1.026	F

<i>Eutetranychus banksi</i>	0	3	2	1	9	15	F
<i>Tetranychus</i> sp	2	9	5	1	8	25	F
<i>Allonychus</i> sp	0	0	0	1	0	1	F
<b>Iolinidae</b>							
<i>Homeopronematus</i> sp.	5	6	8	1	3	23	V
<i>Parapronematus acaciae</i>	15	13	26	13	48	115	V
<b>Tydeidae</b>							
<i>Lorryia formosa</i>	2	0	2	0	0	4	V
<b>MESOSTIGMATA</b>							
<b>Ascidae</b>							
<i>Lasioseius</i> sp	0	0	1	0	0	1	P
<b>Laelapidae</b>							
Laelapidae não identificado	0	0	1	0	0	1	P
<b>Phytoseiidae</b>							
<i>Euseius concordis</i>	29	31	41	21	35	157	P
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	2	2	2	0	1	7	P
<i>Metaseiulus</i> sp.	0	0	0	1	0	1	P
<i>Neoseiulus</i> sp.	0	1	0	0	0	1	P
<i>Neoseiulus californicus</i>	8	74	4	2	21	109	P
<i>Phytoseiulus macropilis</i>	0	2	0	0	0	2	P
<i>Phytoseiulus fragariae</i>	0	3	0	0	0	3	P
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>	0	2	0	0	0	2	P
<b>ASTIGMATA</b>							
Acarida não identificado	2	0	0	0	0	2	V
<b>Acaridae</b>							
<i>Tyrophagus</i> sp.	6	0	1	0	4	11	V
<b>TOTAL</b>	<b>21.557</b>	<b>17.936</b>	<b>27.659</b>	<b>24.912</b>	<b>25.581</b>	<b>117.645</b>	

P = predador; F = fitófago; V = hábitos alimentares variados ou pouco conhecidos.

**Tabela 3.** Ácaros coletados em folhas de laranjeira (*Citrus sinensis*) nos diferentes tratamentos: 1) testemunha; 2) liberação de *Neoseiulus californicus* + aplicação de acephate; 3) liberação de *N. californicus*; 4) aplicação de propargite; 5) aplicação de acephate; totais de ácaros e hábitos alimentares. Descalvado-SP, 28/02/2007 a 22/02/2008.

<b>Espécies</b>	<b>Testemunha</b>	<b><i>N. californicus</i> + Orthene</b>	<b><i>N. californicus</i></b>	<b>Propargite</b>	<b>Acephate</b>	<b>Total</b>	<b>Hábitos alimentares</b>
<b>PROSTIGMATA</b>							
<b>Cunaxidae</b>							
<i>Coleobonzia</i> sp.	3	0	4	0	4	11	P
Cunaxidae não identificado	0	0	0	2	0	2	P
<b>Eriophyidae</b>							
<i>Phyllocoptruta oleivora</i>	14.790	17.231	22.358	21.214	22.696	98.290	F
<b>Eupalopsellidae</b>							
<i>Exorthorhis</i> sp.	0	0	1	0	0	1	P
<b>Raphignatidae</b>							
<i>Raphignatus</i> sp.	1	0	0	0	0	1	P
<b>Stigmaeidae</b>							
<i>Agistemus brasiliensis</i>	2	0	1	2	2	7	P
<b>Tarsonemidae</b>							
<i>Daidalotarsonemus</i> sp.	5	2	3	0	0	10	V
<i>Fungitarsoneumus</i> sp.	442	462	613	287	501	2.305	V
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	3	2	10	7	16	38	V
<i>Tarsonemus</i> sp.	82	91	74	27	63	337	V
<b>Tenuipalpidae</b>							
<i>Brevipalpus phoenicis</i>	132	87	74	22	123	438	F
<b>Tetranychidae</b>							
<i>Panonychus citri</i>	441	806	376	248	645	2.516	F

<i>Eutetranychus banksi</i>	1	3	3	0	13	20	F
<i>Tetranychus</i> sp.	2	3	3	4	5	17	F
<i>Allonychus</i> sp.	1	0	0	0	0	1	F
<b>Iolinidae</b>							
<i>Homeopronematus</i> sp.	4	5	3	4	13	29	V
<i>Parapronematus acaciae</i>	12	12	13	31	26	94	V
<b>Tydeidae</b>							
<i>Lorryia formosa</i>	3	0	0	2	0	5	V
<b>MESOSTIGMATA</b>							
<b>Phytoseiidae</b>							
<i>Euseius citrifolius</i>	0	1	0	0	0	1	P
<i>Euseius concordis</i>	179	164	250	170	134	897	P
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	2	2	1	0	0	5	P
<i>Neoseiulus californicus</i>	2	5	1	2	1	11	P
<i>Typhlodromus</i> sp.	0	0	0	0	1	1	P
<b>ASTIGMATA</b>							
Acarida não identificado	0	1	0	0	2	3	V
<b>Acaridae</b>							
<i>Tyrophagus</i> sp.	3	0	1	0	0	4	V
<b>Winterschmidtidae</b>							
<i>Saproglyphus</i> sp.	1	0	0	0	1	2	V
<i>Czenspinkia</i> sp.	1	0	1	0	0	2	V
<b>CRIPSTIGMATA</b>							
Oribatida não identificado	2	0	1	2	0	5	V
<b>TOTAL</b>	16.114	18.877	23.792	22.020	24.247	105.050	

P = predador; F = fitófago; V = hábitos alimentares variados ou pouco conhecidos.

Nas folhas de citros *E. concordis* foi o ácaro fitoseídeo mais abundante, representado 98% dos ácaros coletados no campo. Com 1,2%, *N. californicus* foi a segunda espécie mais abundante no pomar (após as liberações). Os demais ácaros dessa família somaram 0,76% nesse substrato (Tabela 2).

Em frutos cítricos, *E. concordis* foi a espécie mais abundante, representando 55,7% dos ácaros coletados. Após as liberações, *N. californicus* chegou a se tornar a segunda espécie mais abundante, com 38,6% dos ácaros coletados. As demais espécies somaram 5,7% do total de ácaros fitoseídeos coletados em frutos (Tabela 3).

Além dos ácaros mencionados anteriormente, destacaram-se também os ácaros das espécies *Fungitarsonemus* sp. (Acari: Tarsonemidae) e *P. acaciae* (Acari: Ionilidae), com, respectivamente, 2.604 e 209 espécimes.

Não houve um grande impacto de nenhum tratamento sobre a diversidade ou número total de espécimes encontrados no pomar cítrico, considerando os 12 meses de avaliação. Não houve redução significativa ( $F = 0,74$ ; G.L. = 4, 15;  $P = 0,58$ ) do número total de espécimes, em relação à testemunha, em nenhum dos tratamentos avaliados Tabela 4.

*Neoseiulus californicus* que não havia sido encontrado em nenhuma parcela antes da sua liberação na área experimental, passou a ser encontrado em todos os tratamentos, considerando todas as avaliações realizadas durante 12 meses. Esse resultado é um indicativo do potencial do ácaro predador em se estabelecer em pomares cítricos do Estado de São Paulo.

A maior população de *N. californicus* foi observada no tratamento 2, com aplicação de acephate antes das liberações do fitoseídeo. Houve diferenças significativas entre os números médios de ácaros *N. californicus* em frutos ( $F = 26,09$ ; G.L. = 4, 15;  $P < 0,0001$ ) nos diferentes tratamentos, sendo que o número médio de ácaros *N. californicus* no tratamento 2 foi 9,2 vezes maior que na testemunha e 37 vezes maior que no tratamento com propargite (sem liberação de predadores). A baixa população desse ácaro fitoseídeo no tratamento com aplicação de propargite está provavelmente associada à redução populacional de ácaros fitófagos, principalmente *B. phoenicis*, provocada pelo acaricida (Tabela 4).

O propargite é referido como inócuo a *N. californicus* (SATO et al., 2002; SILVA & OLIVEIRA, 2006), não sendo, portanto, a provável causa da baixa população de *N. californicus* em frutos no tratamento 4.

**Tabela 4.** Número médio de ácaros por parcela (somatório de 13 coletas), em pomar de citros nos diferentes tratamentos: 1) testemunha; 2) liberação de *Neoseiulus californicus* (*N.c.*) + aplicação de acephate; 3) liberação de *N. californicus*; 4) aplicação de propargite; 5) aplicação de acephate. Descalvado-SP, 28/02/2007 a 22/02/2008.

Espécie	Local	1) Testemunha	2) <i>N.c.</i> + Acephate	3) <i>N.c.</i>	4) Propargite	5) Acephate
<i>N. californicus</i>	Folha	0,50 ± 0,50a	1,25 ± 0,47a	0,25 ± 0,25a	0,50 ± 0,50a	0,25 ± 0,25a
	Fruto	2,0 ± 0,91ab	18,5 ± 2,39c	1,0 ± 0,40ab	0,5 ± 0,28a	5,2 ± 1,65b
<i>E. concordis</i>	Folha	44,7 ± 7,54ab	41,0 ± 4,81ab	62,5 ± 7,27b	42,5 ± 7,85ab	33,5 ± 4,90a
	Fruto	7,25 ± 1,03a	7,75 ± 0,75a	10,2 ± 2,81a	5,25 ± 0,85a	8,75 ± 1,31a
<i>B. phoenicis</i>	Folha	33,0 ± 12,6b	21,7 ± 4,15ab	18,5 ± 4,19ab	5,5 ± 0,64a	30,7 ± 7,02b
	Fruto	221 ± 15,4d	83,5 ± 6,51b	142 ± 6,25c	40,2 ± 8,59a	130 ± 13,0c
<i>P. citri</i>	Folha	110 ± 27,45ab	201 ± 45,24b	94 ± 9,56ab	62 ± 8,85a	161 ± 33,8ab
	Fruto	38,2 ± 13,2ab	80,5 ± 17,9b	30,5 ± 8,14ab	17,7 ± 1,93a	89,5 ± 20,8b
<i>P. oleivora</i>	Folha	3.697 ± 506a	4.307 ± 374ab	5.589 ± 606ab	5.303 ± 299ab	5.674 ± 306b
	Fruto	5.085 ± 1179a	4.261 ± 519 <sup>a</sup>	6.685 ± 660a	6.146 ± 1162a	6.125 ± 367a
<i>P. acaciae</i>	Folha	3,0 ± 1,1a	3,0 ± 2,04 <sup>a</sup>	3,25 ± 0,75a	7,75 ± 3,11a	6,5 ± 2,02 <sup>a</sup>
	Fruto	3,75 ± 1,03a	3,25 ± 0,62 <sup>a</sup>	6,5 ± 3,27 <sup>a</sup>	3,25 ± 0,94a	12,0 ± 1,95a
<i>Fungitarsonemus</i> sp.	Folha	110 ± 22,4a	115 ± 6,1 <sup>a</sup>	153 ± 32,5 <sup>a</sup>	71,7 ± 7,94a	125 ± 14,4a
	Fruto	20,5 ± 8,60ab	12,7 ± 2,05ab	22,5 ± 5,57b	8,0 ± 1,58a	11,0 ± 2,12ab

\*Médias seguidas de erro-padrão. Médias seguidas de mesma letra, em cada linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), nas populações de *N. californicus* em folhas, esse resultado provavelmente se deve às baixas populações do fitoseídeo nesse substrato (Tabela 4).

A população de *N. californicus* foi significativamente ( $t = 2,9706$ ; G.L. = 19,48;  $P = 0,0078$ ) menor em folhas do que em frutos de citros, sendo que, no tratamento 2, com liberação de *N. californicus* e aplicação de acephate, essa diferença foi de 14,8 vezes. Essa maior incidência do predador em frutos de citros pode estar associada às infestações mais altas de ácaros da leprose em frutos ( $t = 5,3555$ ; G.L. = 20,4;  $P < 0,0001$ ) do que nas folhas. O número de ácaros da leprose em frutos foi 3,8 vezes maior do que em folhas no tratamento 2; e 6,7 vezes maior do que em folhas na testemunha.

Ao contrário de *N. californicus*, o fitoseídeo *E. concordis* apresentou uma população bem maior ( $t = 10,5577$ ; G.L. = 20,69;  $P < 0,0001$ ) de ácaros nas folhas do que em frutos, em todos os tratamentos. Esse fato também pode estar associado às baixas populações de *N. californicus* em folhas de citros. Experimentos realizados em laboratório indicaram predação de ovos de *N. californicus* por fêmeas de *E. concordis* (Capítulo 4); além disso, os dois fitoseídeos se alimentam de espécies comuns de ácaros-praga em citros (SILVA, 2005).

O antagonismo entre espécies de fitoseídeos, por disputa por alimento ou predação interespecífica, também foi mencionado por diversos autores (PALEVSKY et al., 1999; HATHERLY et al., 2005; ÇAKMAK et al., 2006).

Comparando-se os números de ácaros das duas espécies de Phytoseiidae, encontrados em folhas e frutos nos diversos tratamentos, observou-se uma correlação negativa e significativa ( $r_{\text{Pearson}} = -0,3629$ ; G.L. = 38;  $P = 0,0213$ ) entre *N. californicus* e *E. concordis*, corroborando com a hipótese de antagonismo entre as duas espécies no pomar cítrico.

No tratamento 3, em que *N. californicus* foi liberado em área sem aplicação de acephate, o ácaro predador teve grande dificuldade de estabelecimento, apresentando uma população 18,5 vezes menor (em frutos) que no tratamento onde foi aplicado acephate, visado à eliminação de *E. concordis*. Esses resultados demonstram a

importância da redução populacional dos ácaros predadores competidores antes da liberação de *N. californicus*, para favorecer o seu estabelecimento nos pomares cítricos.

Embora a população de *E. concordis* do tratamento com apenas acephate (Tratamento 5) não tenha diferido significativamente ( $P > 0,05$ ) da testemunha, considerando os 12 meses de avaliação (Tabela 4), houve uma redução de 75 a 100% na população de *E. concordis* em folhas, nas primeiras três semanas após a aplicação do agrotóxico.

Para *E. concordis* foram observadas diferenças significativas ( $F = 3,575$ ; G.L. = 4, 15;  $P = 0,04$ ) nas populações, apenas para folhas, entre os tratamentos 5 (com aplicação acephate, sem liberação de *N. californicus*) e 3 (com liberação de *N. californicus*, sem aplicação de acephate).

Com relação ao efeito dos tratamentos sobre *B. phoenicis*, verificou-se influência da liberação de *N. californicus* sobre a população do ácaro-praga, que se mostrou 62,3% menor ( $F = 40,215$ ; G.L. = 19;  $P < 0,0001$ ) em frutos do tratamento 2 (*N. californicus* + acephate) que no da testemunha.

No caso de frutos, também foram observados contrastes entre os tratamentos 2 e 3 (apenas liberação de *N. californicus*), confirmando a importância do uso de acephate. As mais altas infestações de *B. phoenicis* foram observadas nas áreas da testemunha e do tratamento 5 (aplicação de acephate), onde não foram realizadas liberações de *N. californicus*. A população de *B. phoenicis* em frutos na área com apenas aplicação de acephate foi inferior ao da testemunha, possivelmente devido à influência da migração de ácaros *N. californicus* para as plantas do tratamento 5.

Comparando-se os números de ácaros das espécies de *N. californicus* e *B. phoenicis*, encontrados em frutos nos diversos tratamentos, observou-se uma correlação negativa e significativa ( $r_{\text{Pearson}} = -0,4529$ ; G.L. = 19;  $P = 0,0203$ ) entre os ácaros das duas espécies, indicando que, um aumento em *N. californicus* diminuiu as densidades populacionais de *B. phoenicis*.

A influência da introdução de *N. californicus* sobre as outras espécies de ácaros-praga (*P. oleivora* e *P. citri*) parece ser de importância menor, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos com liberação de *N. californicus* e a testemunha.

Também não houve influência significativa sobre outras espécies freqüentes como *P. acaciae* e *Fungitarsonemus* sp.

O ácaro *N. californicus* apresenta hábitos alimentares que associam as características de predadores seletivos de ácaros tetraniquídeos e hábitos mais generalistas alimentando-se de vários tipos de ácaros como eriofídeos, tarsonemídeos, tideídeos e tenuipalpídeos, insetos, pólen e exudatos vegetais (SWIRSKI, et al., 1970; CASTAGNOLI & LIGUORI, 1991; McMUTRY & CROFT, 1997), no entanto, o efeito das liberações de *N. californicus* foi perceptível apenas para ácaros tenuipalpídeos da espécie *B. phoenicis*.

Embora não tenha sido observado um efeito significativo de *N. californicus* na predação de *P. oleivora* em condições de campo, SILVA (2005) verificou que este predador se alimenta do ácaro eriofídeo, produzindo 0,91 ovos/fêmea/dia. Quando fêmeas de *N. californicus* foram alimentadas com ovos *B. phoenicis*, a taxa de oviposição atingiu 2,8 ovos por fêmea por dia (SILVA, 2005).

#### 4. Conclusões

*Nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho, pode-se concluir que:*

Houve estabelecimento do ácaro *N. californicus* em pomar cítrico no município de Descalvado-SP.

O uso de *N. californicus* é viável para o controle do ácaro da leprose em pomares cítricos do Estado de São Paulo.

A eficiência de controle de *N. californicus* sobre as outras espécies de ácaros-praga (*P. oleivora* e *P. citri*) na cultura de citros é menor em relação ao observado para o ácaro da leprose.

Foi observado antagonismo entre as espécies de ácaros fitoseídeos *N. californicus* e *E. concordis* em citros.

## REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 20 fev. 2008.

ALBUQUERQUE, F.A. **Diversidade de ácaros em cultivo orgânico de citros e na vegetação natural circundante, e perspectivas para a criação massal de *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae)**. 2006. 108f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.S. dos. Bio Estat 3.0. **Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém. Sociedade Civil Mamirauá. Brasília, CNPq. 2003, 290p.

BAKKER, F.M.; GROVE, A.; BLUMEL, S.; CALIS, J.; OOMEN, P. Side-effect test for phytoseiids and their rearing methods. **IOBC/WPRS Bulletin**, Montfavest, v.15, n.3, p.61-81, 1992.

BENTO, J.M.S. Comedores de lucro. **Cultivar**, Pelotas, v.22, p.18-21, 2000.

BLOMMERS, L.H.M. Integrated pest management in European apple orchards. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.39, p.213-241, 1994.

BOSTANIAN, N.J.; LAROEQUE, N. Laboratory tests to determine the intrinsic toxicity of four fungicides and two insecticides to the predacious mite *Agistemus fleschneri*. **Phytoparasitica**, Jerusalém, v.29, n.3, p.1-8, 2001.

BOTEON, M.; NEVES, E.M. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: MATTOS JR., DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M. & POMPEU JR. (Eds). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005.p.21.

BUSOLI, A.C. O manejo integrado de pragas dos citros e a busca de qualidade total na citricultura. **Laranja**, Cordeirópolis, v.16, p. 155-186, 1995.

ÇAKMAK, I.; JANSSEN, A.; SABELIS, M.W. Intraguild interactions between the predatory mite *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.38, p.33-46, 2006.

CAMPOS, F.J.; OMOTO, C. Resistance to hexythiazox in *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) from Brazilian citrus. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.26, p.243-251, 2002.

CASTAGNOLI, M.; LIGUORI, M. Laboratory observations on duration of copulation and egg production of 3 phytoseiid species fed on pollen. In: SCHUSTER, R. & MURPHY, P.W. (eds). **The acari: reproduction, development, and life history strategies**. 1st ed.- New York (USA): Chapman and Hall, 1991. p.231-239.

CASTAGNOLI, M.; SIMONI, S. Influenza della temperatura sull' incremento delle popolozionidi *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Redia**, Firenze, v.74, n. 2, p.621-640, 1991.

CASTAGNOLI, M.; SIMONI, S. Effect of long-term feeding history on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.23, p.217-234, 1999.

CASTAGNOLI, M.; SIMONI, S. *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae): Survey of biological and behavioural traits of a versatile predator. **Redia**, Firenze, v.86, p.153-164, 2003.

CATI. Citros: recomendação para o controle das principais pragas e doenças em pomares do Estado de São Paulo. **Boletim Técnico CATI**, Campinas, n.165, 1997, 58p.

CHIAVEGATO, L.G. Ácaros da cultura dos citros. In: RODRIGUES, O. VIÉGAS, F.; POMPEU JR., AMARO, A.A. (Ed.) **Citricultura Brasileira**, Campinas: Fundação Cargill, 1991, v.2. p.601-641.

CHILDERS, C.C.; VILLANUEVA, R.; AGUILAR, H.; CHEWNING, R.; MICHAUD, J.P. Comparative residual toxicities of pesticides to the predator *Agistemus industani* (Acari: Stigmaeidae) on citrus in Florida. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.25, p.461-474, 2001.

CLEMENTS, D.R.; HARMSSEN, R. Predatory behaviour and prey-stage preferences of stigmatid and phytoseiid and their potential compatibility in biological control. **Canadian Entomologist**, Ontario v.122, p. 321-328, 1990.

CLEMENTS, D.R.; HARMSSEN, R. Stigmatid-phytoseiid interactions and the impact of natural enemy complexes on plant-inhabiting mites. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.14, p.327-341, 1992.

CLEMENTS, D.R.; HARMSSEN, R. Prey preferences of adult and immature *Zetzellia mali* Ewing (Acari: Stigmaeidae) *Typhlodromus caudiglans* Schuster (Acari: Phytoseiidae). **Canadian Entomologist**, Ontario, v.125, p.967-969, 1993.

CROFT, B.A. Management of pesticide resistance in arthropod pests. In: GREEN, M.B., MOBERG, W.K. & LEBARON, H. (eds.). **Managing resistance to agrochemicals: fundamental and practical approaches to combating resistance**. American Chemical Society, Washington, DC, 1990, p.149-168.

CROFT, B.A.; BARNES, M.M. Comparative studies on four strain of *Typhlodromus occidentalis*. Persistence of insecticide-resistant strain in apple orchard ecosystem. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.65, n.1, p.21-216, 1972.

CROFT, B.A.; McGROARTY, D.L. The role of *Amblyseius fallacis* (Acarina: Phytoseiidae) in Michigan apple orchards. **Michigan State University Agricultural Experiment Station Research Reports**, East Lansing, n.333, 1977, 22p.

CROFT, B.A.; STRICKLER, K.A. Natural enemy resistance to pesticides: documentation, characterization, theory and application. In: GEORGHIOU, G. P.; SAITO, T. (ed.) **Pest resistance to pesticides**. New York: Plenum Press, 1983. p.669-702.

CROFT, B.A.; Van de BAAN, H.E. Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseiid mites. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.4, p.277-300, 1988.

CROFT, B.A.; MACRAE, I.V. Persistence of *Typhlodromus pyri* and *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae) on apple after inoculative release and competition with *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v.21, p.1168–1177, 1992.

CROFT, B.A.; MacRAE, I.V. Biological control of apple mites: impact of *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae) on *Typhlodromus pyri* and *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v.22, n.4, p.865-873, 1993.

CROFT, B.A.; SLONE, D.H. Equilibrium densities of European red mite (Acari: Tetranychidae) after exposure to three levels of predaceous mite diversity on apple. **Environmental Entomology**, Lanham, v.26, p.391–399, 1997.

CROFT, B.A.; MONETTI, L.N.; PRATT, P.D. Comparative Life Histories and Predation Types: Are *Neoseiulus californicus* and *N. fallacis* (Acari: Phytoseiidae) Similar Type II Selective Predators of Spider Mites?. **Environmental Entomology**, Lanham, v.27, n.3, p.531–538(8), 1998.

DUNLEY, J.E.; MESSING, R.H.; CROFT, B.A. Levels and genetics of organophosphate resistance in Italian and Oregon biotypes of *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 84, p.750-755, 1991.

EASTERBROOK, M.A.; FITZGERALD, J.D.; SOLOMON, M.G. Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.25, p.25-36, 2001.

FAO. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. Method for phytoseiid predatory mites. **FAO Plant Protection Bulletin**, v.32, p.25-27, 1984.

FEICHTENBERGER, E. Manejo integrado das principais doenças dos citros no Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 6. **Anais**. Bebedouro, 2000. p.177-216.

FERLA, N. J. **Ecologia e controle de ácaros (Acari) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no Estado de Mato Grosso**. 2001, 141f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FIELD, R.P. Control of the two-spotted mite in a Victorian peach orchard with an introduced, insecticide-resistant strain of the predatory mite *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt (Acarina: Phytoseiidae). **Australian Journal Zoology**, Melbourne, v.26, p.519-527, 1978.

FINNEY, D.J. **Probit analysis**. 3. ed. London: Cambridge University Press. 1971. 315p.

FLECHTMANN, C.H.W.; OLIVEIRA, C.A.L. de; SANTOS, J. M. dos. Aspectos taxonômicos do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis*. In: OLIVEIRA, C. A. L. de; DONADIO, L. C. (Ed.). **Leprose dos citros**. Jaboticabal: Funep, 1995. p.31-36.

FOURNIER, D.; PRALAVORIO, M.; TROTTIN-CAUDAL, Y.; COULON, J.; MALEZIEUX, S.; BERGE, J.B. Sélection artificielle pour la résistance au metidation chez *Phytoseiulus persimilis* A.H. **Entomophaga**, Paris, v.32, n.2, p.209-219, 1987.

FUNDECITRUS. Revista fundecitrus. **Controle da leprose é testado**. São Paulo, 2003. n.115. p.15.

FUNDECITRUS. Ajuda no controle do Greening. Fundo de Defesa da Citricultura. Disponível em <<http://www.fundecitrus.com.br/doencas/greening.html>> Acesso em 10 out. 2008.

GERSON. U.; SMILEY, R.L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control**. London, Blackwell Science, Oxford, 2003, 425p.

GERSON, U.; SMILEY, R.L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control**. Oxford: Blackell Science Ltda, 2003, 539 p.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.5, p.323-362, 1984.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas dos citros: Adequação para o manejo do solo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 14, p.401-419, 1993.

GRAVENA, S., COLETTI, A.; YAMAMOTO, P.T. Influence of green cover with *Ageratum conyzoides* and *Eupatorium pauciflorum* on predatory and phytophagous mites in citrus. **Proceedings Internacional Society of Citriculture**, Orlando, v. 3, p. 1259-1262.1992.

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

HARDMAM, J.M.; MOREAU, D.L.; SNYDER, M.; GAUL, S.O.;BENT, E.D. Performance of a pyrethroid-resistant strain of the predator mite *Typhlodromus pyri* (Acari:Phytoseiidae) under diferent insecticide regimes. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.93, p.590-604, 2000.

HASSAN, S.A.; BIGLE, F.; BLAISINGER, P.; BOGENSHUTZ, H.; BRUN, J.; CHIVERTON, P.; DICKLER, E.; EASTERBROOK, M.A.; EDWARDS, P.J.; ENGLERT, W.D.; FIRTH, S.I.; HUANG, P.; INGLESFIELD, D.; KLINGAUF, F.; KUHNER, C.; OVERMEER, W.P.J.; PLEVOETS, P.; REBOULET, J.N.; RIECKMANN, W.; SAMSOE-PETERSEN, L.; SHIRES, S.W.; STAUBLI, A.; STEVENSON, J.; TUSET, J.J.; VANWETSWINKEL, G.; VANZON, Q. Standard method to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS – working group “Pesticides and Beneficial Organisms”. **EPPO Bulletin**, Oxford, v.15, p.214-255, 1985.

HASSAN, S.A.; BIGLE, F.; BOGENSCHUTZ, H.; BOLLER, E.; BRUN, J.; CHIVERTON, P.; EDWARDS, P.J.; MANSOUR, F.; NATON, E.; OOMEN, P.A.; OVERMEER, W.P.J.; POLGAR, L.; RIECKMANN, W.; SAMSOE-PETERSEN, L.; STAUBLI, A.; STERK, G.; TAVARES, K.; TUSET, J.J.; VIGGIANI, G.; VIVAS, A.G. Results of the sixth joint pesticide testing programme of fhe IOBC/WPRS – working group “Pesticides and Beneficial Organisms”. **Entomophaga**, Paris, v.39, p.107-119, 1994.

HATHERLY, I.S.; BALE, J.S.; WALTERS, K.F.A. Intraguild predation and feeding preferences in three species of phytoseiid mite used for biological control. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.37, p.43-55, 2005.

HELLE, W.; SABELIS, M.W. (eds.) **Spider mites**: Their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1985, v.1B, 458p.

HELLE, W.; BOLLAND, H.R.; HEITMANS, W.R.B. Chromosomes and types of parthenogenesis in false spider mites (Acari: Tenuipalpidae). **Genetica**, Amsterdam, n.54, p.45-50, 1980.

HENDERSON, C.F.; TILTON, E.W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, Lanham v.63, p.1536- 1539, 1955.

HOY, M.A. Recent advances in genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.30, p.345-370, 1985.

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

HOY, M.A.; CONLEY, J. Toxicity of pesticides to western predatory mite. **California Agriculture**, Oakland, v.41, n.7/8, p.12-14, 1987.

HOY, M.A.; KNOP, N.F. Selection for and genetic analysis of permethrin resistance in *Metaseiulus occidentalis*: genetic improvement of biological control agent. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.30, p.10-18, 1981.

HOY, M.A.; OUYANG, Y.L. Selection of the western predatory mite, *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae), for resistance to abamectin. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.82, p.35-40, 1989.

HOY, M.A.; FLAHERTY, D.L.; PEACOCK, W.; CULVER, D. Vineyard and laboratory evolutions of methomyl, dimethoate, and permethrin for grape pest management program in the San Joaquin Valley of California. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.72, p.250-255, 1979.

HUSSEY, N.W.; SCOPES, N.E.A. Greenhouse vegetables. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (ed.) **Spider mites: their biology, natural enemies, and control**. vol. 1b. Amsterdam: Elsevier, 1985. p.285-298.

JOHNSON, T.D.; CROFT, B.A. Dispersal of *Amblyseius fallacis* (Acarina: Phytoseiidae) in an apple ecosystem. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 10, n.3 p.313-319, 1981.

KNIGHT, A. L.; BEERS, E.H.; HOYT, S.C.; RIEDL, H. Acaricide bioassay with spider mites (Acari: Tetranychidae) on pome fruits: evaluation of methods and selection of discrimination concentrations for resistance monitoring. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.83, p.1752-1760, 1990.

KOGAN, M. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.43, p.243-270, 1998.

KOMATSU, S.S. **Aspectos bioecológicos de *Euseius concordis* (Chant, 1959) (Acari: Phytoseiidae) e seletividade dos acaricidas convencionais nos citros**. 1988. 117f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" USP. 1988.

KRANTZ, G.W. **A manual of acarology**. 2 ed. Corvallis: Oregon St. Univ. Book Stores, 1978. 509 p.

LEORA SOFTWARE. **POLO-PC: a user's guide to Probit or Logit analysis**. Berkeley, 1987. 20p.

MacRAE, I.V.; CROFT, B.A. Differential impact of egg predation by *Zetzellia mali* (Acari: Stigmeidae) on *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.20, p.143-154, 1996.

MAIA, A.M.O.; OLIVEIRA, C.A.L. de. Capacidade de colonização de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em cercas-vivas, quebra-ventos e plantas invasoras. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.5, p.625-629, 2004.

MALEZIEUX, S.L.; LAPCHIN, M.; PRALAVORIO, J.C. Toxicity of pesticide residues to beneficial arthropod, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.85, p.2077-2081, 1992.

MARSHALL, D. B.; THISTLEWOOD, H.M.A.; LESTER, P.J. Release, establishment, and movement of the predator *Typhlodromus pyri* (Acari:Phytoseiidae) on apple. **The Canadian Entomology**, Ontario, v.133, p.279-292, 2001.

MARWICK, N.P. Detecting variability and selecting for pesticide resistance into two species of Phytoseiidae mites. **Entomophaga**, Paris, v. 31, p. 225-236, 1986.

MATIOLI, A.L. **Aspectos taxonômicos e bioecológicos de ácaros predadores Stigmaeidae (Acari) de ocorrência em citros**. 2002. 82f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

MATIOLI, A.L.; OLIVEIRA, C.A.L. de. Biologia de *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira (Acari: Stigmaeidae) e sua potencialidade de predação sobre *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.36, n.4, p.557-582, 2007.

McMURTRY, J.A.; CROFT, B.A. Life styles of phytoseiid mites and their roles as biological control agents. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.42, p.291-321, 1997.

McMURTRY, J.A.; HUFFAKER, C.B.; VRIE, M. Van de. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. I. Tetranychid enemies: their biological characters and the impact of spray practices. **Hilgardia**, Berkeley, v.40, n.11, p.331-390, 1970.

MINEIRO, J.L. de C.; SATO, M.E.; RAGA, A.; ARTHUR, V. Population dynamics of phytophagous and predaceous mites on coffee in Brazil, with emphasis on *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.44, p.277-291, 2008.

MONTEIRO, L.B. Manejo integrado de *Panonychus ulmi* em macieira. Primeiras experiências com a introdução de *Neoseiulus californicus*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.16, p.46-53, 1994.

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.

MONTEIRO, L.B. Manejo integrado de pragas em macieira no Rio Grande do Sul II. Uso de *Neoseiulus californicus* para controle de *Panonychus ulmi*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.395-405, 2002.

MORAES, G.J. de. Controle biológico de ácaros fitófagos. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.15, n.167, p.56-62, 1991.

MORAES, G. J. de. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. p.225-237. In: J. R. Parra, P. S. M. Botelho, B. S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (Eds). **Controle biológico no Brasil - parasitóides e predadores**, Barueri, 2002, 609p.

MORAES, G.J. de; McMURTRY. J.A.; DENMARK, H.A. **A catalog of the mite family Phytoseiidae: references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 553p.

MORAES, G.J. de; McMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CAMPOS, C.B. A revised catalog of mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, v.434, p.1-494, 2004.

MOREIRA, P.H.R. **Ocorrência, dinâmica populacional de ácaros predadores em citros e biologia de *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae)**. 1993. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

MUSUMECI, M.R.; ROSSETTI, V. Transmissão dos sintomas de leprose dos citros pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis*. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 15, p. 228, 1963.

NELSON, E.E., CROFT, B.A., HOWITT, A.J., JONES, A.L. Toxicity of apple orchard pesticides to *Agistemus fleschneri*. **Environmental Entomology**, Laham,v.2, p.219–222, 1973.

NEVES, E.M.; RODRIGUES, L.; GASTALDI, H.L.G. Defensivos agrícolas e custos na produção de citros. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.1, n.2, p.127-131, 2004.

OATMAN, E.R., McMURTRY J.A.; GILSTRAP, F.E.; VOTH, V. Effect of releases of *Amblyseius californicus* on the twospotted spider mite on strawberry in southern California. **Journal Economic Entomology**, Lanham, v.70, p. 638-640, 1977.

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.

OLIVEIRA, C.A.L. de. Aspectos ecológicos do *Brevipalpus phoenicis*. In: OLIVEIRA, C. A. L. de; DONADIO, L. C. (Ed.). **Leprose dos citros**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. p.37-48.

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**, Itabuna, v.29, n.4, p.757-764, 2000.

OVERMEER, W.P.J. Laboratory method for testing side-effects of pesticides on the predaceous mite *Typhlodromalus pyri* and *Amblyseius potentillae* (Acari: Phytoseiidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, Montfovet, v.11, n.4, p. 65-69, 1988.

PALEVKY, E.; REUVENY, H.; OKONIS, O.; GERSON, U. Comparative behavioural studies of larval and adult stages of the phytoseiids (Acari: Mesostigmata) *Typhlodromus athiasae* and *Neoseiulus californicus*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.23, p.467-485, 1999.

PATTARO, F.C. **Poda e controle químico como tática de manejo da leprose dos citros**. 2006. 128f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

PENMAN, D.R.; WEARING, C.H.; COLYER, E.; THOMAS, W.P. The role of insecticide-resistant phytoseiids in integrated mite control in New Zealand. In J.G. Rodrigues (ed.) **Recent advances in acarology**, Vol. 1. New York, Academic Press. p.59-69, 1979.

POLETTI, M. **Variabilidade inter e intraespecífica na suscetibilidade de ácaros fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) a dicofol e deltametrina em citros**. 78f. 2002. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” USP. 2002.

POLLETTI, M. **Integração das estratégias de controle químico e biológico para a conservação e liberação dos ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) em programas de manejo do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)**. 166f. 2007. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” USP. 2007.

PRATES, H.S. Calda bordalesa, sulfocálcica e viçosa - produtos alternativos na citricultura. **CATI Responde**, n.40, 1999. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br>>. Acesso em: 21 jun. 2003.

RAGA, A.; SATO, M.E.; CERÁVOLO, L.C.; ROSSI, A.C. Distribuição de ácaros predadores (Phytoseiidae) em laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.21, p.23-25, 1996.

RASMY, A.H. Mass rearing of the predator mite *Agistemus exsertus*. **Anzeiger-Fur-Schadlingskunde,-Pflanzen-Und-Umweltschutz**, Berlin, v.48, p.55-56, 1975.

RASTEGARI, N.; SUBRAHMANYAM, B. Sublethal effects of flufenoxuron, fipronil and methoxyfenozide on *Spodoptera litura* (Fabricius). **Pesticide Research Journal**, New Delhi, v.15, n.2, p.168-172, 2003

REIS, P.R.; CHIAVEGATO, L.G.; MORAES, G.J. de; ALVES, E.B.; SOUSA, E.O. Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v.27, n.2, p.265-274. 1998.

REIS, P.R.; SOUSA, E.O.; ALVES, E.B. Seletividade de produtos fitossanitários ao ácaro predador *Euseius alatus* De Leon (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.3, p.350-355, 1999.

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

REIS, P.R.; SOUSA, E.O. Seletividade de chlorfenapyr e fenbutatin-oxide sobre duas espécies de ácaros predadores (Acari: Phytoseiidae) em citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p. 584-588, 2001.

REIS, P.R.; PEDRO NETO, M.; FRANCO, R.A. Controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tenuipalpidae, Tetranychidae) em cafeeiro e o impacto sobre ácaros benéficos. II - Spirodiclofen e Azocyclotin. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 528-537, 2005.

RODRIGUES, J.C.V. **Relação patógeno-vetor-planta no sistema leprose dos citros**. 2000. 168f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

RODRIGUES, J.C.V.; KITAJIMA, E.W.; CHILDERS, C.C.; CHAGAS, C.M. Citrus leprosis virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) in citrus in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.30, p.161-179, 2003.

ROTT, A.S.; PONSONBY, D.J. Improving the control of *Tetranychus urticae* on edible glasshouse croup using a specialist Coccinellid ( *Stethorus pusillum* Weise) and a generalist mite (*Amblyseius californicus* McGregor) as biocontrol agents. **Biocontrol Science and Technology**, London, v.10, n.4, p. 487-498, 2000.

ROSSETTI, V.; COLARICCIO, A.; CHAGAS, C.M.; SATO, M.E.; RAGA, A. A leprose dos citros. **Boletim técnico do Instituto Biológico**, São Paulo, v.6, p.5-27, 1997.

ROUSH, R. T.; HOY, M. A. Genetic improvement of *Metaseiulus occidentalis*: selection with methomyl, dimethoate, and carbaryl and genetic analysis of carbaryl resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.74, p.138-141, 1981.

SABELIS, M.W. The Phytoseiidae – capacity for population increase. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (Ed.). **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: **Elsevier**, 1985. v.1b, p.35-41.

SANTOS, M.A.; LAING, J.E. Stigmaeid predators. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. **Spider mites**. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers, 1985. p.197-203.

SATO, M.E. Perspectivas do uso de ácaros predadores no controle biológico de ácaros-praga na citricultura. **Laranja**, Cordeirópolis, v.26, n.2, p.291-305, 2005.

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**, Itabuna, v. 23, n.3, p.435-441, 1994a.

SATO, M.E.; CERÁVOLO, L.C.; CEZÁRIO, A.C.; RAGA, A.; MONTES, S.M.N.M. Toxicidade residual de acaricidas a *Euseius citrifolius* Denmark & Muma, 1970 (Acari:

Phytoseiidae) em citros. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 69, n. 3, p. 257-268, 1994b.

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

SATO, M.E.; RAGA, A.; CERÁVOLO, L.C.; ROSSI, A.C.; SOUZA FILHO, M.F. de. Toxicidade residual de acaricidas a *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, 1972 (Acari: Phytoseiidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.63, p.15-19, 1996.

SATO, M.E.; RAGA, A.; CERÁVOLO, L.C.; SOUZA FILHO, M.F.; ROSSI, A.C.; MORAES, G. J. de. Effect of insecticides and fungicides on the interaction between members of mite families Phytoseiidae and Stigmaeidae on citrus. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.25, p.809-818, 2001.

SATO, M.E.; SILVA, M. da; GONÇALVES, L.R.; SOUZA FILHO, M.F. de; RAGA, A. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.3, p.449-456, 2002.

SCHAUSBERGER, P.; WALZER, A. Combined versus single species release of predaceous mites: Predator-predator interactions and pest suppression. **Biological Control**, Amsterdam, v.20, p.269-278, 2001.

SECEX 2008: **Secretaria de Comércio Exterior**. Disponível em <<http://www2.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex/secex> > Acesso em 03 set 2008.

SEPASGOSARIAN, H. The world species of the superfamily Raphignatoidea. **Zeitschrift fuer Angewandte Zoologia**, Berlin, v.72, p.437-478, 1985.

SILVA, M.Z. da. **Potencialidade do *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) na predação de ácaros fitófagos na cultura dos citros no Estado de São Paulo**. 2005. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

SILVA, M.Z. da; OLIVEIRA, C.A.L. de. Seletividade de alguns Agrotóxicos em uso na citricultura ao ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.205-208, 2006.

SILVA, M.Z. da; OLIVEIRA, C.A.L. de. Toxicidade de alguns agrotóxicos recomendados na citricultura sobre *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.85-90, 2007.

SINDAG 2002: **Sindicato Nacional de Indústria de Produtos para Defesa Agrícola**. Disponível em:<[www.sindag.com.br](http://www.sindag.com.br)> Acesso em 12 nov. 2004.

STRICKLER, K.A.; CROFT, B.A. Selection for permethrin resistance in the predatory mite, *Amblyseius fallacis* Garman (Acarina: Phytoseiidae). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.31, p.339-345, 1982.

STRONG, W.B.; CROFT, B.A. Inoculative release of phytoseiid mites into the rapidly expanding canopy of hop for control of *Tetranychus urticae* Koch. **Environmental Entomology**, Lanham, v.24, p.446-453, 1995.

SWIRSKI, E.; AMITAI, S.; DORZIA, N. Laboratory studies of the feeding habits, post-embryonic survival, and oviposition of the predaceous mites *Amblyseius chilensis*

Dosse and *Amblyseius hibisci* Chant (Acarina: Phytoseiidae) on various of food substances. **Entomophaga**, Paris, v.15, p.93-106, 1970.

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

VAN HOUTEN, Y.M.; VAN RIJN, P.C.J.; TANIGOSHI, L.K.; VAN STRATUM, P.; BRUIN, J. Pre-selection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.74, p.225-234, 1995.

VAN de VRIE, M.; McMURTRY, J.A.; HUFFAKER, C.B. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review. III. Biology, ecology, and pest status, and host-plant relations of tetranychids. **Hilgardia**, Berkeley, v.41, p.387-403, 1972.

VILLANUEVA, R.T.; HARMSSEN, R. Studies on the role of the stigmatid predator *Zetzellia mali* in the acarine system of apple foliage. **Proceedings of the Entomological Society of Ontario**, Ontario, v.129, p.149-155, 1998.

VILLANUEVA, R.T.; CHILDERS, C.C. Phytoseiidae increase with pollen deposition on citrus leaves. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.87, p.609-611, 2004

WALZER, A.; BLUMEL, S.; SCHAUSBERGER, P. Population dynamics of interacting predatory mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*, held on detached bean leaves. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.25, p.731-743, 2001.

WHITE, N. D.; LAING, J. E. Some aspects of the biology and laboratory life table of the acarine predator *Zetzellia mali*. **Canadian Entomologist.**, Ontario, v.109, p.1.275-1.281, 1977.

WOLF, C.; SCHNORBACH, H.J. Ecobiological profile of the acaricide spiroticlofen. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, Leverkusen, v.55, n.2-3, p.177-187, 2002.

WOOLHOUSE, M.E.J.; HARMSEN, R. A transition matrix model of seasonal changes in mite populations. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v.37, p. 167-189, 1987.

WOOLHOUSE, M.E.J.; HARMSEN, R. The mite complex of the foliage of a pesticide-free apple orchard: population dynamics and habitat associations. **Proceedings of Entomology Society of Ontario**, Ontario, v.115, p.1-11, 1994.

YAMAMOTO, P.T.; GRAVENA, S. Influência da dieta na oviposição de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseidae) **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.82-86, 2001.

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, p.709-755, 1992.

ZACHARDA, M.; HLÚCHY, M. Long-term residual efficacy of commercial formulations of pesticides to *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae) inhabiting commercial vineyards. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.13, p.27-40, 1991.

ZAHER, M.A.; ELBADRY, E.A. Life history of the predatory mite *Agistemus fleschneri* Summers, and effect of nutrition on its biology. **Bulletin of the Entomological Society of Egypt**, Cairo, v. 45, p. 375-385, 1961.