

## CONTROLE QUÍMICO

**Compatibilidade de Agrotóxicos com os Ácaros Predadores  
*Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks)  
(Acari: Phytoseiidae)**MARCELO POLETTI<sup>1,2</sup>, LÚCIO DE P. COLLETTE<sup>2</sup> E CELSO OMOTO<sup>2</sup><sup>1</sup>Endereço Atual: Promip – Manejo Integrado de Pragas, Av. Limeira s/n – ESALQ/Tec – Sala 08, CEP: 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: [mpoletti@promip.agr.br](mailto:mpoletti@promip.agr.br)<sup>2</sup>Depto. Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11, CEP: 13418-900, Piracicaba, SP.

---

*BioAssay* 3:3 (2008)Compatibility of pesticides with the predatory mites *Neoseiulus californicus* (McGregor) and *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae)

**ABSTRACT** - One of the strategies to manage *Tetranychus urticae* Koch is the use of applied biological control by releasing phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae). However, the use of pesticides can affect the survivorship and reproduction of these biological control agents. The objective of this study was to evaluate the compatibility of 21 pesticides (acaricide-insecticides, insecticides and fungicides) on immature and adult stages of the predaceous mites *Neoseiulus californicus* (McGregor) and *Phytoseiulus macropilis* (Banks). Each pesticide was tested at concentrations that were recommended to control the pests in ornamental and vegetable crops in Brazil. The mortality of immature and adult of each predaceous mite was assessed 120 and 48 h after spraying the pesticide, respectively. The impact of pesticides on instantaneous growth rate ( $r_i$ ) was also assessed. Among the pesticides, two acaricide-insecticides (fenpropathrin and milbemectin), two insecticides (buprofezin and spinosad) and eight fungicides (azoxystrobin, metiram+pyraclostrobin, boscalid+kresoxim-methyl, tebuconazole, clorotalonil, imibenconazole, iprodione, triforine) had no effect on survivorship and reproduction of *N. californicus*. Six fungicides were compatible with *P. macropilis* (azoxystrobin, boscalid+kresoxim-methyl, tebuconazole, imibenconazole, iprodione e triforine). The highest toxicity to *N. californicus* was observed with pyridaben. Besides the high mortality of *P. macropilis* caused by fenpropathrin, beta-cypermethrin, formetanate, methomyl and pyridaben, these pesticides led to the extinction of mite population. Because of the tolerance of *N. californicus* to several pesticides, these predaceous mites have showed high potential to be used in commercial field crops.

**KEYWORDS** - Integrated pest management, *Tetranychus urticae*, phytoseiid, biological control, chemical control.

**RESUMO** - Uma estratégia para o manejo do ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch, é o uso do controle biológico aplicado mediante liberações de ácaros fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae). No entanto, o emprego de agrotóxicos pode interferir na sobrevivência e reprodução desses inimigos naturais. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a compatibilidade de 21 agrotóxicos (acaricida-inseticidas, inseticidas e fungicidas) sobre imaturos e adultos dos ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks). As concentrações utilizadas para cada produto foram definidas dentro do intervalo recomendado pelos fabricantes. A avaliação da mortalidade de imaturos e adultos foi efetuada 120 e 48 h após a pulverização, respectivamente. O impacto dos agrotóxicos no crescimento populacional foi avaliado mediante a taxa instantânea de crescimento ( $r_i$ ). Dentre os produtos testados, dois acaricida-inseticidas (fenpropatrina e milbemectina), dois inseticidas (buprofezina e espinosade) e oito fungicidas (azoxistrobina, metiram+piraclostrobina, boscalida+cresoxim-metílico, tebuconazol, clorotalonil, imibenconazol, iprodiona, triforina) foram compatíveis à *N. californicus*, não afetando a sobrevivência de imaturos e adultos, além de não ter causado redução na  $r_i$ . Por outro lado, seis fungicidas mostraram-se inócuos a *P. macropilis* (azoxistrobina, boscalida+cresoxim-metílico, tebuconazol, imibenconazol, iprodiona e triforina). Devido à tolerância de *N. californicus* a vários agrotóxicos, sugere-se que esse predador possa ser liberado em áreas comerciais onde o uso do controle químico é realizado comumente. Com relação a *P. macropilis*, uma estratégia que contribuiria com a sua preservação em áreas de produção comercial seria a seleção de linhagens resistentes aos agrotóxicos.

**PALAVRAS-CHAVE** - Manejo integrado de pragas, *Tetranychus urticae*, fitoseídeos, controle biológico, controle químico.

O controle químico é a principal estratégia adotada para o manejo do ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), em cultivo protegido de hortaliças e plantas ornamentais. No entanto, o uso intensivo de acaricidas para o controle dessa praga tem comprometido o desempenho dos principais ingredientes ativos disponíveis no mercado, principalmente devido à evolução da resistência (Cranham & Helle 1985, Nauen *et al.* 2001).

Uma estratégia viável para o manejo da resistência do ácaro rajado a acaricidas nessas culturas é o uso do controle biológico aplicado, sendo que essa ferramenta insere-se perfeitamente na teoria preconizada pelo manejo integrado de pragas (MIP) (Norris *et al.* 2003). Os ácaros predadores são considerados os inimigos naturais mais efetivos no controle biológico de ácaros-praga, sendo que as principais famílias com espécies de predadores são Anystidae, Bdellidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Laelapidae, Phytoseiidae e Stigmaeidae (Yaninek & Moraes 1991, Gerson *et al.* 2003). Dentre esses, os ácaros fitoseídeos são os mais importantes, sendo que em todo mundo são conhecidas mais de 2.250 espécies, das quais cerca de 140 já foram relatadas no Brasil (Moraes *et al.* 2004).

No entanto, a adoção do controle químico pode interferir drasticamente nas liberações desses predadores, já que os mesmos geralmente são mais suscetíveis aos agrotóxicos do que os ácaros fitófagos (Rock 1979, Croft & Whalon 1982, Croft 1990). Para minimizar o efeito negativo do controle químico sobre o biológico e proporcionar um equilíbrio ecológico entre as pragas e seus inimigos naturais, a integração dessas estratégias de controle pode resultar em uma forma de manejo racional de ácaros. A seleção de agrotóxicos que sejam compatíveis com os ácaros fitoseídeos é uma estratégia importante, o que poderá contribuir para o sucesso de programas de manejo integrado em cultivo protegido de hortaliças e ornamentais.

Além do efeito letal sobre os inimigos naturais, estudos para estimar o efeito subletal de cada produto são recomendados, principalmente para os agrotóxicos pertencentes a novos grupos, os quais são considerados mais específicos com relação à praga-alvo e menos agressivos ao meio ambiente (Desneux *et al.* 2007). Nesse contexto, a avaliação da toxicidade dos agrotóxicos nos parâmetros demográficos é uma das principais ferramentas para avaliar o efeito subletal em populações de inimigos naturais. Assim, estudos de ecotoxicologia têm sido realizados com esse propósito, geralmente empregando a estimativa da taxa instantânea de crescimento ( $r_i$ ) (Stark *et al.* 1997; Stark & Banken 1999; Teodoro *et al.* 2005). Essa medida estima a toxicidade direta dos agrotóxicos no crescimento populacional, e assim como a razão intrínseca de crescimento ( $r_m$ ), integra os efeitos na sobrevivência e fecundidade de uma determinada população (Stark & Banks 2003).

Este trabalho foi desenvolvido com o propósito de avaliar a compatibilidade de 21 agrotóxicos (incluindo acaricida-inseticidas, inseticidas e fungicidas),

recomendados para o controle de pragas em cultivo de hortaliças e/ou plantas ornamentais, com os ácaros *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) que são inimigos naturais potenciais para o emprego em programas de manejo aplicado de *T. urticae* nessas culturas.

## Material e Métodos

**Coleta das populações de ácaros.** A população de *T. urticae* foi proveniente de coletas realizadas durante o ano de 2003 em cultivo de feijão, *Phaseolus vulgaris* L., situados no campo experimental do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, da ESALQ/USP em Piracicaba/SP. Com relação aos ácaros predadores, a população de *N. californicus* foi cedida em 2002 pelo Dr. Mario Eidi Sato do Instituto Biológico em Campinas/SP, sendo previamente coletada em cultivo comercial de morango no município de Atibaia/SP, em outubro de 1999. A população de *P. macropilis* foi coletada em 2003, em associação com a população de *T. urticae*. Após a realização das coletas, os ácaros foram encaminhados até o laboratório, dentro de sacos de papel acondicionados em caixas de isopor contendo gelo.

**Criação de ácaros em condições de laboratório.** Para a criação de *T. urticae*, plantas de feijão de porco *Canavalia ensiformis* (L.) foram cultivadas em casa de vegetação até o desenvolvimento do primeiro par de folhas, momento em que as mesmas foram encaminhadas ao laboratório. Nessas condições, aproximadamente 50 plantas foram infestadas com todas as estágios de desenvolvimento do ácaro rajado, sendo mantidas em uma gaiola de 1,0 × 0,6 × 0,4 m que foi feita com armação de madeira e coberta com tecido "voil". A cada cinco dias efetuou-se a substituição de aproximadamente 25 plantas para a manutenção da população.

As populações dos ácaros predadores *N. californicus* e *P. macropilis* foram mantidas separadamente sobre plantas de *C. ensiformis* infestadas com *T. urticae*. Cada espécie de ácaro predador foi isolada em câmaras climatizadas a 25±2°C, 70±10% de umidade relativa e 14 h de fotofase. A reposição das plantas para a manutenção das populações dos predadores foi realizada a cada cinco dias, da mesma forma que o descrito para *T. urticae*. Após o estabelecimento das populações em laboratório, amostras foram retiradas para identificação específica.

**Bioensaios toxicológicos.** A toxicidade dos 21 agrotóxicos recomendados e/ou empregados para o controle de pragas em cultivo protegido de plantas ornamentais e/ou hortaliças (Tabela 1) foi avaliada sobre os ácaros predadores *N. californicus* e *P. macropilis*. Os agrotóxicos foram divididos em três grupos sendo: A. acaricida-inseticidas; B. inseticidas e C. fungicidas.

A concentração utilizada para cada agrotóxico foi definida dentro do intervalo recomendado pelos respectivos fabricantes para o controle de pragas em hortaliças e/ou plantas ornamentais (AGROFIT 2006). Para o tratamento-controle foi utilizada água destilada.

**Tabela 1.** Agrotóxicos utilizados nos bioensaios toxicológicos com os ácaros predadores *N. californicus* e *P. macropilis*.

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Grupo Químico	Dose <sup>1</sup> (mg i.a. L <sup>-1</sup> )
<i>Acaricidas-inseticida</i>			
Danimen 300CE	fenpropatrina	piretróide	90
Dicarzol 500 SP	cloridrato de formetanato	metilcarbamato de fenila	750
Milbexnock	milbemectina	milbemicina	10
Pólo 500 WP	diafentiuron	feniltiouréia	300
Sanmite	piridabem	piridazinona	150
Thiodan EC	endossulfan	ciclodienoclorado	3.500
<i>Inseticida</i>			
Applaud 250	buprofezina	tiadiazinona	500
Akito	beta-cipermetrina	piretróide	40
Lannate BR	metomil	metilcarbamato de oxima	215
Provado 200 SC	imidacloprido	neonicotinóide	200
Tracer	espinosade	espinosinas	144
Trigard 750 WP	ciromazina	triazinamina	113
<i>Fungicida</i>			
Amistar	azoxistrobina	estrobilurina	100
Cabrio Top	metiram + piraclostrobina	ditiocarbamato + estrobilurina	1.100 + 100
Collis	boscalida + cresoxim-metílico	anilida + estrobilurina	100 + 50
Folicur 200 EC	tebuconazol	triazol	150
Isatalonil	clorotalonil	isofalotrila	1.500
Manage 150	imibenconazol	triazol	150
Persist SC	mancozebe	ditiocarbamato	1.602
Rovral SC	iprodiona	dicarboximida	500
Saprol	triforina	análogo triazol	285

<sup>1</sup>Concentração selecionada dentro da faixa recomendada pelos respectivos fabricantes para o controle de pragas em cultivos de plantas ornamentais e hortaliças (AGROFIT, 2006).

**Efeito no desenvolvimento de imaturos.** Grupos com 50 fêmeas adultas de *N. californicus* e *P. macropilis* foram retirados das criações de laboratório e transferidos para arenas confeccionadas com folhas de *C. ensiformis* infestadas com todos os estágios de desenvolvimento de *T. urticae*. Para a confecção dessas arenas, cada folha foi disposta sobre uma espuma embebida em água destilada contida em placa de Petri de 12 cm de diâmetro. Em seguida as folhas foram circundadas com algodão hidrófilo umedecido para mantê-las túrgidas e impedir a fuga dos ácaros. As arenas foram mantidas em câmara climatizada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa e 14 h de fotofase, durante 24 h. Após esse período, grupos com cinco ovos de cada predador foram transferidos em discos de folha de *C. ensiformis* de 3 cm de diâmetro contendo 20 fêmeas adultas e 100 ovos de *T. urticae*. Esses discos foram dispostos sobre espuma embebida em água destilada contida em placa de Petri de 12 cm de diâmetro, sendo mantidos durante 20 h em câmara climatizada.

Posteriormente foi realizada a pulverização direta dos ovos em estágio final de desenvolvimento

embrionário, com uso da torre de Potter (Burkard Manufacturing, Rickmansworth, Herts, Inglaterra) calibrada a uma pressão de 10 psi (68,95 kPa). Em cada aplicação foi utilizado um volume de 2 ml de suspensão de cada produto químico, obtendo-se uma deposição média de  $1,50 \text{ mg/cm}^2$ . Meia hora após a pulverização, cada disco foi transferido sobre uma mistura de ágar-água (3%) contida em placas de Petri de 3,5 cm de diâmetro. Essas placas foram fechadas com filme plástico (PVC) para evitar a fuga dos ácaros, sendo posteriormente mantidas dentro de caixas plásticas, em câmaras climatizadas a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa e 14 h de fotofase. Foram realizadas cinco repetições para cada tratamento, sendo cada repetição composta por quatro placas.

A avaliação da mortalidade foi realizada 120 h após a pulverização dos ovos, período que na ausência de efeitos adversos possibilita o desenvolvimento das fases de larva, protoninfa, deutoninfa e a emergência de adultos de *N. californicus* e *P. macropilis*. Foi considerado morto o ácaro predador que não respondeu

com movimentos vigorosos ao ser tocado por um pincel. Os dados de porcentagem de mortalidade, para cada espécie, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos com agrotóxicos foram comparadas com o controle pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de significância (SAS INSTITUTE 2000). Além disso, para cada produto testado foi comparada a suscetibilidade de *N. californicus* e *P. macropilis* pelo teste-*t*, sendo que para isso a mortalidade de cada tratamento foi corrigida pela fórmula de Abbott (1925).

**Toxicidade sobre fêmeas adultas.** Trinta fêmeas adultas de *N. californicus* ou *P. macropilis*, com aproximadamente 10 dias após a emergência, foram transferidas para arenas confeccionadas com folhas de *C. ensiformis*, previamente infestadas com todos os estágios de desenvolvimento de *T. urticae* (como foi descrito no item anterior).

Após a transferência dos predadores foi realizada a pulverização dessas arenas, juntamente com discos de folha de *C. ensiformis* de 3 cm de diâmetro, previamente infestados com cerca de 40 fêmeas adultas e 100 ovos de *T. urticae*. A pulverização foi realizada com a torre de Potter calibrada a uma pressão de 10 psi (68,95 kPa), sendo que para cada aplicação foi utilizado um volume de 2 ml de suspensão, obtendo-se uma deposição média de aproximadamente 1,50 mg/cm<sup>2</sup>. Em seguida, os discos de folha contendo resíduo foram deixados para secar em condições de laboratório por aproximadamente meia hora. Posteriormente, esses discos foram acondicionados sobre uma mistura de ágar-água (3%) contida no interior de placas de Petri de 3,5 cm de diâmetro. Grupos de cinco fêmeas pulverizadas foram transferidos para cada arena contendo resíduo do respectivo agrotóxico. Posteriormente essas arenas foram fechadas com filme plástico transparente (PVC) para impedir a fuga dos ácaros. Durante o período de desenvolvimento dos bioensaios, as arenas foram mantidas em câmara climatizada a 25 ± 2°C, 70 ± 10% de umidade relativa e 14 h de fotofase.

Foram realizadas quatro repetições para cada tratamento, sendo cada repetição composta por quatro arenas. A avaliação da mortalidade foi efetuada 48 h após a transferência dos ácaros predadores contaminados sobre o resíduo, sendo considerado morto o indivíduo que não respondeu com movimentos vigorosos ao ser tocado por um pincel. Os dados de porcentagem de mortalidade, para cada espécie, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos com agrotóxicos foram comparadas com o controle pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de significância (SAS Institute 2000). Além disso, para cada produto químico testado foi comparada a suscetibilidade de *N. californicus* e *P. macropilis* pelo teste-*t*, corrigindo-se

a mortalidade de cada tratamento pela fórmula de Abbott (1925).

**Efeito no crescimento populacional.** Para avaliar o impacto dos agrotóxicos no crescimento populacional de *N. californicus* e *P. macropilis* foi realizada a estimativa da taxa instantânea de crescimento ( $r_i$ ), equação (1):

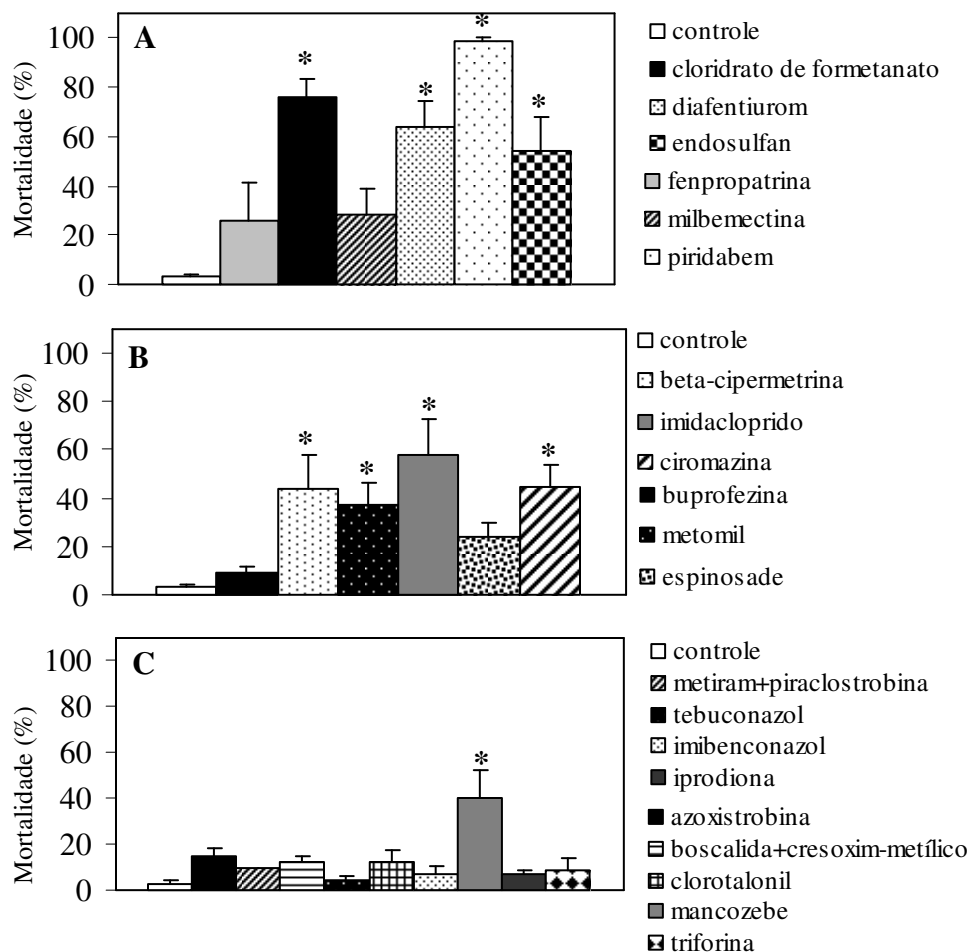
$$r_i = \frac{\ln(N_f / N_o)}{\Delta t} \quad (1)$$

onde:  $N_f$  é o número de ácaros presentes em cada arena por ocasião da avaliação do bioensaio (ovos, larvas, ninfas e adultos),  $N_o$  é o número inicial de ácaros transferidos em cada arena por ocasião do início do bioensaio e  $\Delta t$  é o período em que os ácaros predadores ficaram em contato com o resíduo dos produtos, ou seja, o período de duração do bioensaio. De acordo com a equação, se o valor estimado para:  $r_i = 0$ , verifica-se equilíbrio no crescimento populacional; por outro lado se  $r_i > 0$ , o crescimento populacional mantém-se em estado ascendente e se  $r_i < 0$ , a população está sofrendo um declínio que poderá levá-la à extinção, quando  $N_f = 0$  (Stark & Banks 2003).

Os procedimentos adotados para a execução deste bioensaio foram os mesmos descritos para avaliar a toxicidade sobre fêmeas adultas, conforme descrito anteriormente. Porém, a avaliação foi efetuada sete dias após a transferência das fêmeas adultas contaminadas sobre o resíduo, momento em que se procedeu a contagem do número total de predadores/arena (ovos, imaturos e adultos). Os dados do número final de cada predador por tratamento ( $N_f$ ), para cada espécie, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas com o controle pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de significância (SAS Institute 2000). Além disso, também foi efetuada a interpretação dos resultados obtidos para taxa instantânea para cada tratamento.

## Resultados e Discussão

**Efeito sobre imaturos.** Um maior número de agrotóxicos afetou o desenvolvimento de imaturos, quando comparado com os resultados obtidos para fêmeas adultas de ambas as espécies de predadores. Diferença significativa entre os tratamentos foi observada para *N. californicus* (F=10,53; g.l.= 21, 114;  $p < 0,0001$ ). Os acaricida-inseticidas cloridrato de formetanato, diaferentiurum, piridabem e endosulfan, causaram mortalidade maior do que 60% nesse estágio de desenvolvimento. Os inseticidas beta-cipermetrina, metomil, imidacloprido e ciromazina também foram tóxicos sobre imaturos de *N. californicus*, ocasionando mortalidade entre 37 e 58%. Com relação aos fungicidas, apenas mancozebe afetou os imaturos desse predador (Fig. 1).



**Figura 1.** Toxicidade de acaricida-inseticidas (A), inseticidas (B) e fungicidas (C) no desenvolvimento de imaturos do ácaro predador *N. californicus*. \*Mortalidade média no tratamento diferiu significativamente do controle (Dunnett,  $p < 0,05$ )

Todos os acaricida-inseticidas e inseticidas testados afetaram significativamente o desenvolvimento de imaturos de *P. macropilis* ( $F=18,23$ ;  $g.l.=21, 102$ ;  $p < 0,0001$ ), sendo que fenpropatrina, piridabem, cloridrato de formetanato, diafentiuron, endosulfan, beta-cipermetrina, metomil e imidacloprido causaram mortalidades superiores a 85%. Com relação aos fungicidas, clorotalonil, mancozebe e metiram+piraclostrobina apresentaram toxicidade significativa sobre imaturos de *P. macropilis*, causando mortalidade maior do que 40% nesse estágio (Fig. 2).

Comparando-se a suscetibilidade de imaturos de *N. californicus* e *P. macropilis*, verifica-se que *N. californicus* foi mais tolerante aos acaricida-inseticidas fenpropatrina, cloridrato de formetanato, aos inseticidas beta-cipermetrina e metomil e aos fungicidas metiram+piraclostrobina, tebuconazol e clorotalonil do que *P. macropilis* (Tabela 2).

**Toxicidade sobre fêmeas adultas.** A análise dos dados de mortalidade de fêmeas adultas de *N. californicus* revelou diferenças significativas entre os tratamentos ( $F=15,31$ ;  $g.l.= 21, 79$ ;  $p < 0,0001$ ). Três acaricida-

inseticidas causaram mortalidade significativa desse predador, sendo cloridrato de formetanato (56%), piridabem (95%) e endosulfan (46%). Os demais acaricida-inseticidas, inseticidas e fungicidas testados não apresentaram impacto sobre esse estágio de desenvolvimento do predador, sendo que todos os produtos causaram mortalidade inferior a 20% (Fig. 3).

Um maior número de agrotóxicos causou elevada toxicidade sobre *P. macropilis*, obtendo-se diferenças significativas entre os tratamentos ( $F=12,21$ ;  $g.l.= 21, 78$ ;  $p < 0,0001$ ). Os acaricida-inseticidas fenpropatrina, cloridrato de formetanato e piridabem e os inseticidas beta-cipermetrina e metomil, causaram mortalidades entre 98 e 100% de adultos desse predador. Além desses, milbemectina, endosulfan, triforina e imidacloprido também afetaram *P. macropilis*, observando-se mortalidades entre 47 e 73% de fêmeas adultas dessa espécie (Fig. 4).

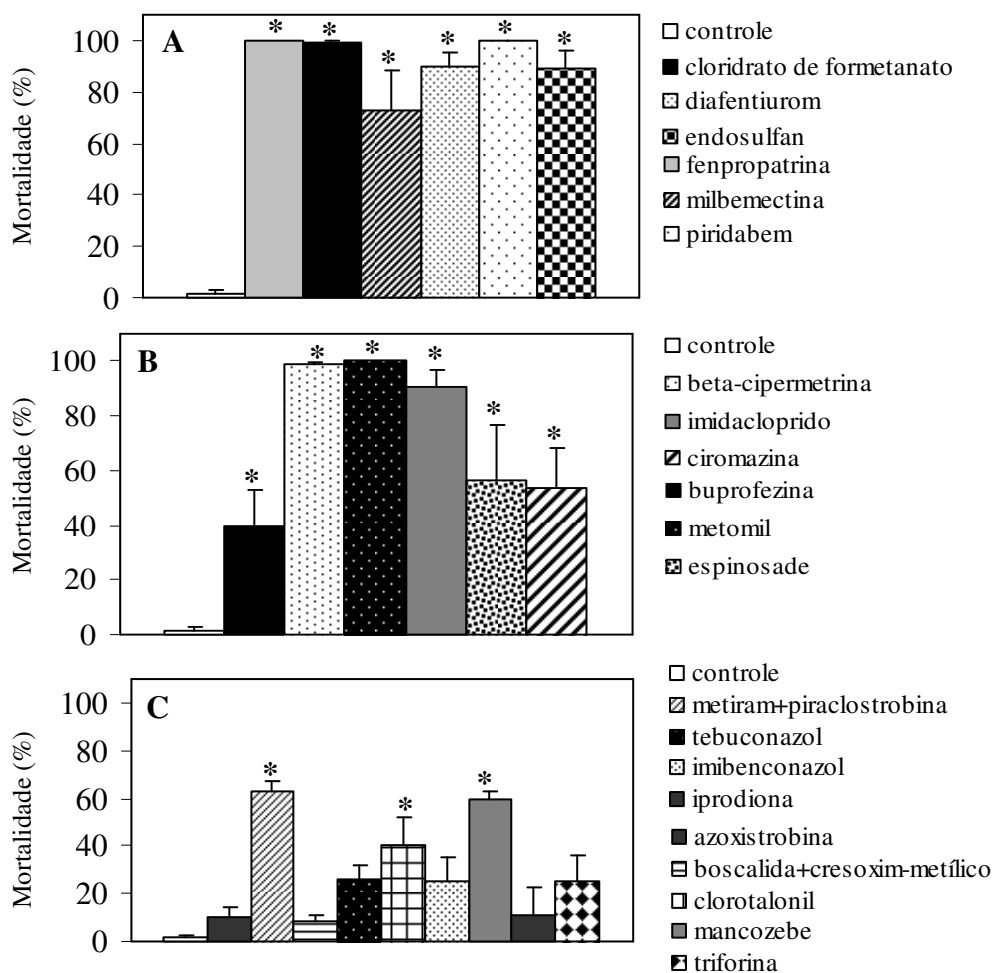
Comparando-se a suscetibilidade de fêmeas adultas desses dois predadores, verifica-se que *N. californicus* foi mais tolerante aos acaricidas-inseticida

fenpropratrina, cloridrato de formetanato, milbemectina e aos inseticidas beta-cipermetrina e metomil do que *P. macropilis* (Tabela 3). De modo geral, dentre as classes de agrotóxicos testados, o grupo dos fungicidas foi o que apresentou menor impacto sobre fêmeas adultas de ambos os predadores.

**Efeito no crescimento populacional dos ácaros predadores.** Com relação ao efeito dos agrotóxicos no crescimento populacional de *N. californicus*, foram observadas diferenças significativas no número final de indivíduos ( $N_f$ ) entre os tratamentos ( $F= 6,68$ ; g.l.= 21, 91;  $p < 0,0001$ ). Os acaricida-inseticidas piridabem e endosulfan afetaram o crescimento populacional de *N. californicus* reduzindo o número final de indivíduos, o que ocasionou valores negativos para a taxa instantânea de crescimento ( $r_t$ ) (Tabela 4). Apesar de cloridrato de formetanato e metomil

também terem reduzido significativamente o número final de indivíduos de *N. californicus*, houve um crescimento populacional dessa espécie, observando-se valores positivos de  $r_t$  para esses produtos (Tabela 4). Nenhum produto testado levou à extinção de *N. californicus* nestas condições.

Por outro lado, os acaricida-inseticidas fenpropratrina, piridabem, cloridrato de formetanato, e os inseticidas beta-cipermetrina e metomil, extingiram a população de *P. macropilis* testada. Valores negativos para a taxa instantânea de crescimento em *P. macropilis* foram observados. Endosulfan e milbemectina também afetaram o crescimento populacional desse predador, ocasionando valores negativos na taxa instantânea de crescimento, sendo -0,060 e -0,014 respectivamente (Tabela 5).



**Figura 2.** Toxicidade de acaricida-inseticidas (A), inseticidas (B) e fungicidas (C) no desenvolvimento de imaturos do ácaro predador *P. macropilis*. \*Mortalidade média no tratamento diferiu significativamente do controle (Dunnett,  $p < 0,05$ )

**Tabela 2.** Efeito de agrotóxicos no desenvolvimento de imaturos dos ácaros predadores *N. californicus* e *P. macropilis* a agrotóxicos.

	Tratamento	Porcentagem de mortalidade ( $\pm$ EP) <sup>1</sup>		p
		<i>N. californicus</i>	<i>P. macropilis</i>	
<i>Acaricida-inseticida</i>	fenpropratrina	23,11 $\pm$ 15,92	100,00 $\pm$ 0,00	0,0037*
	cloridrato de formetanato	75,42 $\pm$ 7,50	99,00 $\pm$ 1,00	0,0144*
	milbemectina	25,43 $\pm$ 11,50	71,03 $\pm$ 18,57	0,0653
	diafentiuon	62,11 $\pm$ 11,18	89,67 $\pm$ 6,40	0,0873
	piridabem	100,00 $\pm$ 0,00	100,00 $\pm$ 0,00	-
	endosulfan	51,84 $\pm$ 14,45	88,14 $\pm$ 8,42	0,0832
<i>Inseticida</i>	buprofezina	6,12 $\pm$ 3,67	37,01 $\pm$ 15,67	0,0688
	beta-cipermetrina	41,43 $\pm$ 14,49	98,61 $\pm$ 11,39	0,0104*
	metomil	34,35 $\pm$ 9,53	100,00 $\pm$ 0,00	0,0005*
	imidacloprido	56,23 $\pm$ 15,07	90,21 $\pm$ 6,63	0,1019
	espinosade	20,65 $\pm$ 6,34	53,06 $\pm$ 24,64	0,1983
	ciromazina	42,97 $\pm$ 9,06	51,51 $\pm$ 16,49	0,6453
<i>Fungicida</i>	azoxistrobina	13,05 $\pm$ 8,14	10,00 $\pm$ 4,18	0,7454
	metiram + piraclostrobina	8,10 $\pm$ 1,16	63,00 $\pm$ 4,06	< 0,0001*
	boscalida + cresoxim-metílico	9,10 $\pm$ 3,65	8,00 $\pm$ 2,55	0,8103
	tebuconazol	4,10 $\pm$ 1,83	26,00 $\pm$ 5,57	0,0048*
	clorotalonil	10,16 $\pm$ 5,23	40,00 $\pm$ 11,73	0,0486*
	imibenconazol	7,21 $\pm$ 2,67	25,00 $\pm$ 10,49	0,1447
	mancozebe	38,89 $\pm$ 12,63	60,00 $\pm$ 5,92	0,1686
	iprodiona	5,00 $\pm$ 2,74	11,00 $\pm$ 2,92	0,1720
triforina	7,00 $\pm$ 5,83	25,00 $\pm$ 11,29	0,1944	

<sup>1</sup>Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925). \*Médias dos tratamentos, na linha, diferem entre si (teste-t,  $p < 0,05$ ).

O ácaro predador *N. californicus* foi compatível com um maior número de agrotóxicos do que *P. macropilis*. Dentre os 21 produtos testados, 12 foram inócuos sobre *N. californicus*, sendo dois acaricida-inseticidas (fenpropratrina, milbemectina), dois inseticidas (buprofezina e espinosade) e oito fungicidas (azoxistrobina, metiram+piraclostrobina, boscalida+cresoxim-metílico, tebuconazol, clorotalonil, imibenconazol, iprodiona, triforina), sendo que esses não afetaram a sobrevivência e reprodução de fêmeas adultas, além de não ter causado impacto significativo no desenvolvimento de imaturos dessa espécie. Por outro lado, apenas seis fungicidas mostraram-se inócuos a *P. macropilis* sendo: azoxistrobina, boscalida+cresoxim-metílico, tebuconazol, imibenconazol, iprodiona e triforina.

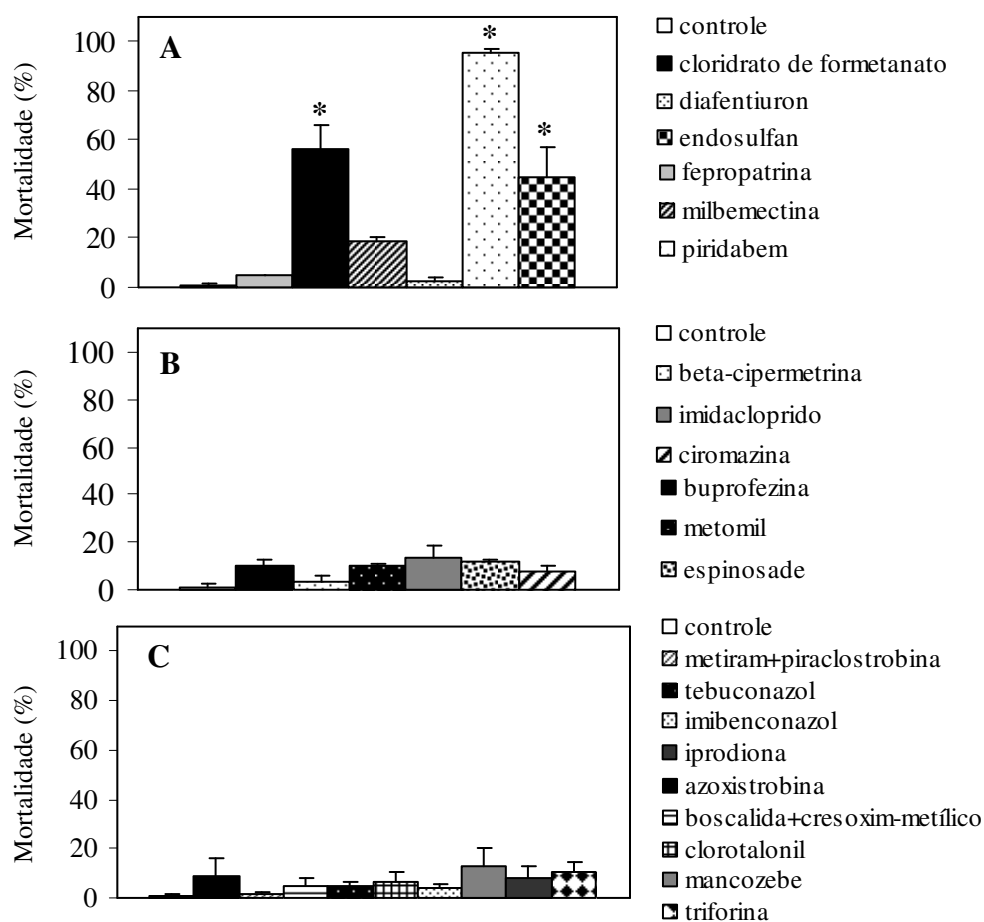
Os acaricida-inseticidas cloridrato de formetanato, endosulfan e piridabem causaram elevada mortalidade de imaturos e adultos em ambas as espécies. Apesar de cloridrato de formetanato ter reduzido significativamente o número final ( $N_f$ ) de *N. californicus*, observou-se que a taxa instantânea de crescimento obtida para esse predador permaneceu positiva (0,037), quando o mesmo foi exposto a esse produto (Tabela 4). Por outro lado, sete dias após a pulverização com esse acaricida-inseticida, observou-se que a população de *P. macropilis* foi levada à extinção, já que por ocasião da avaliação nenhum sobrevivente foi encontrado nas arenas.

O impacto no crescimento populacional dos predadores também foi observado para o endosulfan.

Apesar dos valores negativos estimados para a taxa instantânea de crescimento de *N. californicus* e *P. macropilis*, esse produto não levou imediatamente nenhum predador à extinção. Porém, a obtenção de valores negativos para  $r_i$  é um indicativo de que o agrotóxico pode ocasionar a extinção da população exposta ao seu resíduo (Stark et al. 1997, Stark & Banks 2003). A elevada toxicidade de endossulfan sobre o ácaro predador *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot também foi observada por Blümel et al. (1993). Trabalho realizado por Bostanian e Akalach (2006) revelou que endossulfan ocasionou mortalidade de 66% em fêmeas adultas de *P. persimilis*, sendo que esse resultado aproximou-se da mortalidade obtida no presente estudo tanto para *N. californicus* quanto para *P. macropilis*. Por outro lado, esses autores verificaram que endossulfan foi inócuo ao ácaro predador *Amblyseius (=Neoseiulus)*

*fallacis* e ao percevejo predador *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae).

Dentre os agrotóxicos testados, piridabem foi o que causou a maior toxicidade sobre *N. californicus*, sendo obtidas mortalidades de 100% para imaturos e 95% para adultos (Figs. 1 e 3). Além disso, esse produto também reduziu drasticamente o crescimento populacional dessa espécie, obtendo-se um valor negativo para a taxa instantânea de crescimento (-0,230) (Tabela 4). Para *P. macropilis*, além de piridabem ter causado elevado impacto sobre adultos e imaturos também levou à extinção a população desse predador. Esses resultados assemelham-se com o observado por Alston & Thomson (2004), que verificaram que piridabem causou elevada toxicidade sobre fêmeas adultas de *Galendromus occidentalis* (Nesbitt), reduzindo a fecundidade e o consumo desse ácaro predador sobre *T. urticae*.



**Figura 3.** Toxicidade de acaricida-inseticidas (A), inseticidas (B) e fungicidas (C) sobre fêmeas adultas do ácaro predador *N. californicus*. \*Mortalidade média no tratamento diferiu significativamente do controle (Dunnett,  $p < 0,05$ )

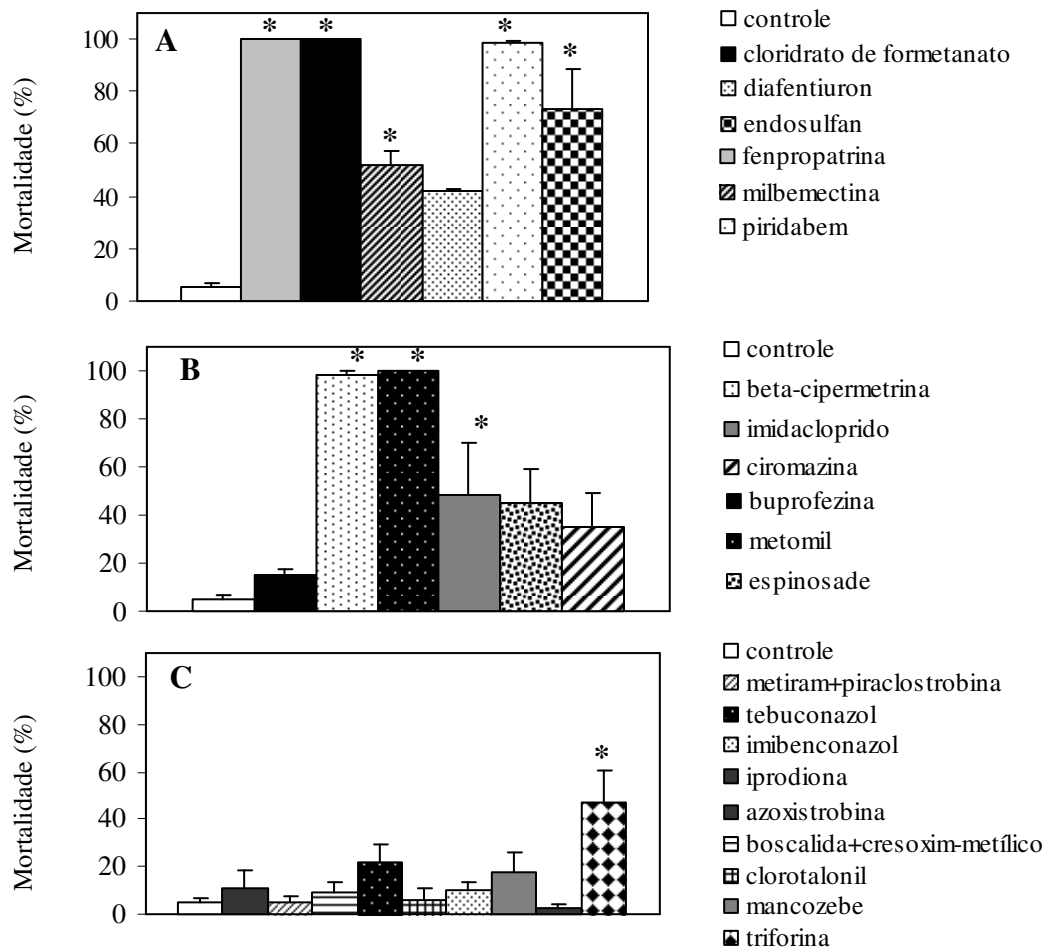


Amano *et al.* (2004) após avaliarem a suscetibilidade de diferentes populações de *N. californicus* no Japão, detectaram variabilidade intraespecífica na resposta ao piridabem, sendo que a mortalidade das fêmeas adultas variou entre 28 e 76%. Uma hipótese estabelecida para explicar tal fato foi que essa suscetibilidade diferencial poderia estar associada à pressão de seleção local com esse produto e consequentemente a resistência de populações de *N. californicus* a este acaricida-inseticida. O emprego de linhagens resistentes de *N. californicus* ao piridabem pode contribuir com o sucesso de programas de manejo integrado de *T. urticae*.

Comparando os resultados obtidos para milbemectina, verifica-se que a mortalidade de fêmeas adultas de *N. californicus* esteve abaixo de 20%, sendo significativamente menor do que a estimada para *P. macropilis* que foi de 51% (Tabela 3). A elevada mortalidade de fêmeas adultas, somada à toxicidade de milbemectina no desenvolvimento imaturos de *P. macropilis*, também ocasionou redução no crescimento

da população exposta a este produto, obtendo-se valor negativo para  $r_i$  (Tabela 5).

Segundo Kim & Yoo (2002), milbemectina também apresentou elevada toxicidade sobre adultos e imaturos de *P. persimilis*, sendo que o mesmo foi observado para *Amblyseius (=Neoseiulus) womersleyi* Kim & Seo (2001). A elevada suscetibilidade de *N. womersleyi* aos acaricida-inseticidas milbemectina e piridabem foi a hipótese levantada por Amano *et al.* (2004) para explicar o fato desse fitoseídeo, que até os anos 90 era a espécie de ácaro predador predominante em pomares de frutas no Japão, ter sido substituído, a partir de então, por *N. californicus* nestas condições. De acordo com esses autores, algumas populações de *N. californicus*, coletadas em campo, mostraram-se mais tolerantes a esses acaricida-inseticidas do que *N. womersleyi*. Pelos resultados obtidos neste estudo pode-se inferir que as liberações dessa população de *N. californicus* poderiam ser efetivas mesmo em áreas onde se utiliza milbemectina, ao contrário do observado para *P. macropilis*.



**Figura 4.** Toxicidade de acaricida-inseticidas (A), inseticidas (B) e fungicidas (C) sobre fêmeas adultas do ácaro predador *P. macropilis*. \*Mortalidade média no tratamento diferiu significativamente do controle (Dunnnett,  $p < 0,05$ )

**Tabela 3.** Comparação da suscetibilidade de fêmeas adultas dos ácaros predadores *N. californicus* e *P. macropilis* a agrotóxicos.

	Tratamento	Porcentagem de mortalidade ( $\pm$ EP) <sup>1</sup>		p
		<i>N. californicus</i>	<i>P. macropilis</i>	
<i>Acaricida-inseticida</i>	fenpropratrina	5,00 $\pm$ 0,00	100,00 $\pm$ 0,00	< 0,0001*
	cloridrato de formetanato	56,25 $\pm$ 9,73	100,00 $\pm$ 0,00	0,0069*
	milbemectina	16,66 $\pm$ 3,88	51,05 $\pm$ 6,71	0,0113*
	diafentiuron	2,08 $\pm$ 2,09	41,58 $\pm$ 27,23	0,2212
	piridabem	95,00 $\pm$ 2,89	98,25 $\pm$ 1,76	0,3909
	endosulfan	43,93 $\pm$ 14,98	73,33 $\pm$ 19,67	0,2996
<i>Inseticida</i>	buprofezina	7,86 $\pm$ 3,60	13,06 $\pm$ 1,81	0,2271
	beta-cipermetrina	1,19 $\pm$ 1,19	98,33 $\pm$ 1,67	< 0,0001*
	metomil	8,25 $\pm$ 1,75	100,00 $\pm$ 0,00	< 0,0001*
	imidacloprido	11,43 $\pm$ 5,95	48,33 $\pm$ 27,77	0,2632
	espinosade	9,52 $\pm$ 3,31	44,47 $\pm$ 17,69	0,1237
	ciromazina	5,72 $\pm$ 0,72	24,39 $\pm$ 19,62	0,3951
<i>Fungicida</i>	azoxistrobina	8,75 $\pm$ 7,83	7,59 $\pm$ 5,89	0,9141
	metiram + piraclostrobina	1,39 $\pm$ 1,24	5,56 $\pm$ 2,14	0,1554
	boscalida + cresoxim-metílico	5,00 $\pm$ 3,16	7,96 $\pm$ 2,55	0,5222
	tebuconazol	5,00 $\pm$ 1,83	15,48 $\pm$ 7,59	0,2310
	clorotalonil	6,25 $\pm$ 4,23	8,21 $\pm$ 3,49	0,7509
	imibenconazol	3,75 $\pm$ 2,14	5,56 $\pm$ 3,58	0,6895
	mancozebe	13,33 $\pm$ 6,91	13,76 $\pm$ 7,97	0,9704
	iprodiona	7,92 $\pm$ 5,28	5,64 $\pm$ 2,28	0,7311
triforina	10,26 $\pm$ 4,26	42,76 $\pm$ 14,51	0,0774	

<sup>1</sup>Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925). \*Médias dos tratamentos, na linha, diferem entre si (teste-t, p < 0,05).

No presente trabalho os adultos de *N. californicus* foram tolerantes a fenpropratrina, beta-cipermetrina e metomil, produtos que além de não terem causado mortalidade significativa nesse estágio de desenvolvimento, também não afetaram a taxa instantânea de crescimento do predador ( $r_i$ ). Por outro lado, todos esses produtos foram extremamente tóxicos aos imaturos e adultos de *P. macropilis*, levando inclusive a população desse predador à extinção. O efeito letal pronunciado de fenpropratrina sobre outros inimigos naturais como o ácaro predador *Typhlodromus pyri* Scheuten e percevejo *O. insidiosus* também foi relatado por Solomon et al. (1993) e Ashley et al. (2006).

Em outros estudos realizados com *N. californicus*, também foi observada elevada tolerância a outros agrotóxicos de largo espectro de ação como os piretróides acrinatrina, deltametrina e o organofosforado dimetoato, além de fenproximate, propargite, enxofre e benomil (Sato et al. 2002, Silva & Oliveira 2006). Geralmente os piretróides apresentam elevada toxicidade sobre os ácaros predadores (Rock 1979, Croft 1990), o que neste trabalho foi comprovado para *P. macropilis*. Nesse caso, a elevada tolerância de *N. californicus* a esses produtos pode ser explorada de maneira positiva em programas de manejo do ácaro *T. urticae*.

**Tabela 4.** Impacto de agrotóxicos no crescimento populacional de *N. californicus*.

	Tratamento	$N_f$ <sup>1</sup>	$r_i$ <sup>2</sup>
	controle (água)	45,34 ± 4,90	0,332 ± 0,031
Acaricida-inseticida	fenpropratrina	41,65 ± 1,73	0,303 ± 0,006
	cloridrato de formetanato	10,88 ± 5,27 *	0,037 ± 0,097
	milbemectina	23,81 ± 1,67 *	0,224 ± 0,011
	diafentiuiron	38,06 ± 5,28	0,277 ± 0,024
	piridabem	1,06 ± 0,65 *	-0,230 ± 0,090
	endosulfan	5,50 ± 2,26 *	-0,060 ± 0,094
	Inseticida	buprofezina	42,00 ± 3,57
beta-cipermetrina		43,50 ± 6,33	0,310 ± 0,020
metomil		31,69 ± 2,85 *	0,262 ± 0,012
imidacloprido		35,13 ± 1,60	0,278 ± 0,006
espinosade		37,69 ± 3,70	0,288 ± 0,008
ciromazina		37,69 ± 3,70	0,286 ± 0,015
Fungicida		azoxistrobina	48,25 ± 8,79
	metiram + piraclostrobina	39,23 ± 7,58	0,284 ± 0,034
	boscalida + cresoxim-metílico	48,19 ± 6,24	0,320 ± 0,019
	tebuconazol	38,13 ± 7,08	0,282 ± 0,030
	clorotalonil	29,38 ± 5,59	0,246 ± 0,026
	imibenconazol	46,88 ± 3,05	0,319 ± 0,009
	mancozebe	29,56 ± 3,56	0,250 ± 0,019
	iprodiona	39,25 ± 12,93	0,272 ± 0,046
	triforina	34,54 ± 7,27	0,257 ± 0,030

<sup>1</sup>Número total de ácaros predadores (ovos, larvas, ninfas e adultos) por arena, sete dias após a pulverização.

<sup>2</sup>Taxa instantânea de crescimento. \*Média de  $N_f$  no tratamento, diferiu significativamente do controle (Dunnett,  $p < 0,05$ ).

A classe de agrotóxicos que apresentou menor impacto sobre os predadores foi a dos fungicidas, sendo que dentre os nove produtos testados, apenas mancozebe apresentou algum efeito sobre *N. californicus*. Já *P. macropilis* foi afetado por três fungicidas, sendo: mancozebe, metiram+piraclostrobina e clorotalonil. Todos esses produtos causaram mortalidades significativas apenas no desenvolvimento de imaturos, não afetando a sobrevivência e reprodução de fêmeas adultas dos predadores. Resultado semelhante foi reportado por Kongchuensin & Takafuji (2006) que verificaram apesar das fêmeas adultas de *Neoseiulus longispinosus* (Evans) apresentarem elevada tolerância ao mancozebe, por outro lado, os imaturos desse predador foram altamente suscetíveis a este produto.

O efeito de mancozebe e metiram (ambos pertencentes ao grupo dos ditiocarbamatos) sobre os ácaros *G. occidentalis* e *Euseius victoriensis*

(Womersley) foi reportado por Bernard *et al.* (2004). Segundo esses autores, mancozebe foi altamente tóxico sobre esses predadores, resultando em redução nas capacidades reprodutiva e de predação dos mesmos, sugerindo-se incompatibilidade desse fungicida em sistemas de manejo de pragas onde são efetuadas liberações com esses inimigos naturais. Já o fungicida metiram afetou esses dois ácaros de modo diferenciado, causando elevada mortalidade em fêmeas adultas de *G. occidentalis* e reduzindo a capacidade reprodutiva de *E. victoriensis*. Um estudo realizado no nordeste da Itália revelou que em algumas áreas de produção comercial de uvas, o emprego de mancozebe causou um desequilíbrio ecológico entre o ácaro predador *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) e o ácaro fitófago *T. urticae*, observando-se incremento no crescimento populacional da praga em detrimento do predador (Pozzebon *et al.* 2002).

**Tabela 5.** Impacto de agrotóxicos no crescimento populacional de *P. macropilis*.

	Tratamento	$N_f$ <sup>1</sup>	$r_i$ <sup>2</sup>
	controle (água)	40,88 ± 4,23	0,297 ± 0,014
<i>Acaricida-inseticida</i>	fenpropatrina	0,00 ± 0,00 *	-
	cloridrato de formetanato	0,00 ± 0,00 *	-
	milbemectina	6,33 ± 3,25 *	-0,014 ± 0,088
	diafentiuron	6,36 ± 1,73 *	0,021 ± 0,047
	piridabem	0,00 ± 0,00 *	-
	endosulfan	3,45 ± 0,95 *	-0,060 ± 0,037
	buprofezina	24,83 ± 7,84	0,216 ± 0,043
<i>Inseticida</i>	beta-cipermetrina	0,00 ± 0,00 *	-
	metomil	0,00 ± 0,00 *	-
	imidacloprido	5,69 ± 0,72 *	0,016 ± 0,019
	espinosade	20,33 ± 8,25	0,170 ± 0,070
	ciromazina	26,83 ± 5,65	0,234 ± 0,034
	azoxistrobina	40,00 ± 6,41	0,291 ± 0,025
	metiram + piraclostrobina	26,69 ± 7,08	0,215 ± 0,062
<i>Fungicida</i>	boscalida + cresoxim-metílico	23,38 ± 7,32	0,181 ± 0,073
	tebuconazol	24,56 ± 6,33	0,204 ± 0,053
	clorotalonil	37,75 ± 2,50	0,288 ± 0,010
	imibenconazol	45,61 ± 8,93	0,307 ± 0,029
	mancozebe	30,90 ± 16,84	0,175 ± 0,100
	iprodiona	33,27 ± 7,76	0,259 ± 0,035
	triforina	28,56 ± 9,81	0,223 ± 0,051

<sup>1</sup>Número total de ácaros predadores (ovos, larvas, ninfas e adultos) por arena, sete dias após a pulverização.

<sup>2</sup>Taxa instantânea de crescimento. \*Média de  $N_f$  no tratamento, diferiu significativamente do controle (Dunnett,  $p < 0,05$ ).

Outros agrotóxicos como o acaricida-inseticida diafentiuron e os inseticidas imidacloprido e ciromazina apesar de não terem causado elevada toxicidade sobre fêmeas adultas de *N. californicus* causaram elevada mortalidade sobre imaturos dessa espécie. O mesmo efeito foi obtido para *P. macropilis* sendo que além desses produtos, buprofezina e espinosade também só afetaram o desenvolvimento de imaturos dessa espécie. Sugere-se que a elevada toxicidade observada para esses agrotóxicos sobre imaturos foi devido à pulverização direta dos ovos momento antes à eclosão das larvas e conseqüente a contaminação das mesmas. No bioensaio para avaliar o impacto no crescimento populacional, a pulverização foi efetuada diretamente sobre as fêmeas, que continuaram ovipositando

normalmente. Após a eclosão, as larvas expostas ao resíduo desses agrotóxicos sobreviveram, o que também contribuiu para o crescimento populacional de ambas as espécies.

Espinosade não causou impacto significativo na sobrevivência e reprodução de fêmeas adultas de *N. californicus* e *P. macropilis*, sendo obtidos valores positivos para a taxa instantânea de crescimento das duas espécies. De acordo com Jones *et al.* (2005), espinosade pode ser utilizado concomitantemente com o ácaro predador *Neoseiulus cucumeris* Oudemans, que comumente é empregado para o controle biológico de tripses, *Frankliniella occidentalis* Pergande, em cultivo protegido de hortaliças, tal como pepino. Um estudo realizado em cultivo protegido de gerânio também

revelou que o uso de espinosade foi compatível com liberações do ácaro *P. persimilis*, sendo que mesmo após a aplicação desse produto, o predador sobreviveu, reproduziu-se e controlou o ácaro rajado com eficiência (Holt *et al.* 2006).

Por outro lado, Villanueva e Walgenbaciai (2005) verificaram que apesar de espinosade ter exibido elevado impacto sobre fêmeas adultas do ácaro predador *N. fallacis*, as quais permaneceram 96 h expostas ao resíduo deste produto, o mesmo não afetou o desenvolvimento de imaturos dessa espécie. Com relação à toxicidade de espinosade sobre ácaros fitófagos, apesar desse produto não afetar *Panonychus ulmi* (Koch), causou elevada mortalidade, redução na fecundidade e repelência de fêmeas de *T. urticae* (Villanueva & Walgenbaciai 2006). No entanto, o efeito de espinosade foi obtido somente quando esse ácaro permaneceu exposto sobre o resíduo do produto durante 3 a 4 dias. O fato de espinosade apresentar repelência sobre *T. urticae*, pode fazer com que após a pulverização em campo esse ácaro desloque-se em busca de áreas de refúgio, permanecendo sobre o resíduo por um período que reduziria a atividade acaricida deste produto nestas condições (Villanueva & Walgenbaciai 2006).

Diante dos resultados obtidos, devido à compatibilidade de *N. californicus* com vários agrotóxicos, inclusive com produtos de largo espectro de ação como os piretróides, sugere-se que esse ácaro possa apresentar vantagens adaptativas em áreas comerciais. Com relação a *P. macropilis*, uma estratégia que poderia contribuir com a sua preservação em campo seria a seleção de linhagens resistentes a alguns produtos como fenpropatrina, beta-cipermetrina, cloridrato de formetanato, metomil, milbemectina e piridabem. Ressalta-se que um programa para seleção de linhagens de ácaros fitoseídeos resistentes a agrotóxicos poderia ser iniciado a partir de coletas de populações em áreas comerciais, preferencialmente onde a pressão de seleção com determinado ingrediente ativo seja intensa. Obtendo-se uma população que apresente alta frequência de sobrevivência a um determinado produto, o próximo passo seria a seleção em condições de laboratório e multiplicação massal para liberação em campo. Em vários países o emprego de linhagens de ácaros predadores resistentes a agrotóxicos tem contribuído com o sucesso de programas de manejo de ácaros (Hoy 1985, Fournier *et al.* 1985, Blommers 1994).

Para os agrotóxicos que causaram elevada mortalidade apenas sobre os imaturos dos predadores, ou ainda, para aqueles que apresentaram elevada toxicidade sobre fêmeas adultas e no crescimento populacional, experimentos realizados em condições de semi-campo e/ou campo poderiam comprovar o efeito dos mesmos, confirmando ou não, os resultados obtidos em laboratório. Com relação aos produtos que não apresentaram nenhum efeito sobre os parâmetros avaliados para cada espécie, pode-se afirmar que devido a essa compatibilidade com os ácaros predadores, esses podem ser empregados em programas de manejo de *T. urticae*, sendo essa uma ferramenta potencial para a conservação desses ácaros após a liberação em campo.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor.

### Literatura Citada

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18: 265-267.
- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, 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: 01 nov. 2006.
- Alston, D. & S.V. Thomson. 2004. Effects of fungicide residues on the survival, fecundity, and predation of the *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Galendromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.*, 97: 950-956.
- Amano, H., Y. Ishii & Y. Kobori. 2004. Pesticide susceptibility of two dominant-phytoseiidae mites, *Neoseiulus californicus* and *N. womersleyi*, in conventional Japanese Fruit Orchards (Gamasina: Phytoseiidae). *J. Acarol. Soc. Japan*, 13: 65-70.
- Ashley, J.L., D. A. Herbert, E. E. Lewis, C. C. Brewster & R. Huckaba. 2006. Toxicity of three acaricides to *Tetranychus urticae* (Tetranychidae: Acari) and *Orius insidiosus* (Anthocoridae: Hemiptera). *J. Econ. Entomol.*, 99: 55-59.
- Bernard, M.B., P.A. Horne & A.A. Hoffmann. 2004. Developing an ecotoxicological testing standard for predatory mites in Australia: acute and sublethal effects of fungicides on *Euseius vistoriensis* and *Galendromus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.*, 97: 891-899.
- Blommers, L.H.M. 1994. Integrated pest management in European apple orchards. *Annu. Rev. Entomol.*, 39: 213-241.
- Blümel, S., F. Bakker & A. Grove. 1993. Evaluation of different methods to assess the side-effects of pesticides on *Phytoseiulus persimilis* A.-H.. *Exp. Appl. Acarol.*, 17: 161-169.
- Bostanian, N.J. & M. Akalach. 2006. The effect of indoxacarb and five other insecticides on *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae) and nymphs of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Manag. Sci.*, 62: 334-339.
- Cranham, J.E & W. Helle. 1985. Pesticide resistance in Tetranychidae, p. 405-421. *In*: W. Helle. & M. W. Sabelis (eds.), *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier, 458 p.
- Croft, B.A. 1990. *Arthropod biological control agents and pesticides*. New York, Wiley Interscience, 723 p.
- Croft, B.A. & M. E. Whalon. 1982. Selective toxicity of pyrethroid insecticides to arthropod natural enemies

- and pests of agricultural crops. *Entomophaga*, 27: 3-21.
- Desneux, N., A. Decourtye & J. M. Delpuech. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu. Rev. Entomol.*, 52: 81-106.
- Fournier, D., M. Pralavorio, J. B. Berge & A. Cuany. 1985. Pesticide resistance in Phytoseiidae, p. 423-432. *In: W. Helle. & M. W. Sabelis (eds.), Spider mites: their biology, natural enemies and control.* Amsterdam, Elsevier, 458 p.
- Gerson, U., R. L. Smiley & Ochoa, R. 2003. Mites (acarí) for pest control. Oxford, Blackwell Science, 539 p.
- Holt, K.M., G. P. Opit, J. R. Nechols, & D. C. Margolies. 2006 Testing for non-target effects of spinosad on twospotted spider mites and their predator *Phytoseiulus persimilis* under greenhouse conditions. *Exp. Appl. Acarol.*, 38: 141-149.
- Hoy, M.A. 1985. Integrated mite management for California almond orchards, p. 299-310. *In: W. Helle & M. W. Sabelis (eds.), Spider mites: their biology, natural enemies and control.* Amsterdam, Elsevier, 458 p.
- Jones *et al.* (2005). The efficacy of spinosad against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and its impact on associated biological control agents on greenhouse cucumbers in southern Ontario. *Pest Manag. Sci.*, 61: 179-185.
- Kim, S.S. & S. G. Seo. 2001. Relative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae. *Appl. Entomol. Zool.*, 36: 509-514.
- Kim, S.S. & S. S. Yoo. 2002. Comparative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Biocontrol*, 47: 563-573.
- Kongchuensin, M. & A. Takafuji. 2006. Effects of some pesticides on the predatory mite, *Neoseiulus longispinosus* (Evans) (Gamasina: Phytoseiidae). *J. Acarol. Soc. Japan*, 15: 17-27.
- Moraes, G.J. De, J. A. McMurtry, H. A. Denmark & C. A. Campos. 2004. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa*, 434: 1-494.
- Nauen, R., N. Stumpf, A. Elbert, C. P. W. Zebitz & W. Kraus. 2001. Acaricide toxicity and resistance in larvae of different strains of *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). *Pest Manag. Sci.*, 57: 253-261.
- Norris, R.F., E. P. Caswell-Chen & M. Kogan. 2003. Concepts in integrated pest management. New Jersey, Prentice Hall, 586 p.
- Pozzebon, A., C. Duso & E. Pavanetto. 2002. Side-effects of some fungicides on phytoseiid mites (Acari, Phytoseiidae) in north-italian vineyards. *J. Pest Sci.*, 75: 132-136.
- Rock, G. C. 1979. Relative toxicity of two synthetic pyrethroids to a predator *Amblyseius fallacis* and its prey *Tetranychus urticae*. *J. Econ. Entomol.*, 72: 293-294.
- SAS INSTITUTE INC. 2000. SAS/STAT: user's guide, Version 8. SAS Institute Inc.: Cary, NC.
- Sato, M.E., M da Silva, L. R. Gonçalves, M. F. de Souza Filho & A. Raga. 2002. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a morangueiro. *Neotrop. Entomol.*, 31: 449-456.
- Silva, M.Z. da & C. A. L. de Oliveira. 2006. Seletividade de alguns agrotóxicos em uso na citricultura ao ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Rev. Bras. Frut.*, 28: 205-208.
- Solomon, M.G., J. D. Fitzgerald & M. S. Ridout. 1993. Fenazaquim, a selective acaricide for use in IPM in apple in the UK. *Crop Protec.*, 12: 255-258.
- Stark, J.D. & J. A. O. Banken. 1999. Importance of population structure at the time of toxicant exposure. *Ecotox. Environ. Safety*, 42: 282-287.
- Stark, J.D. & J. E. Banks. 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annu. Rev. Entomol.*, 48: 505-519.
- Stark, J.D., L. Tanigoshi, M. Bounfour & A. Antonelli. 1997. Reproductive potential: Its influence on the susceptibility of a species to pesticides. *Ecotox. Environ. Safety*, 37: 273-279.
- Teodoro, A.V., M. A. M. Fadini, W. P. Lemos, R. N. C. Guedes & A. Pallini. 2005. Lethal and sub-lethal selectivity of fenbutatin oxide and sulfur to the predator *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae) and its prey, *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae), in Brazilian coffee plantations. *Exp. Appl. Acarol.*, 36: 61-70.
- Villanueva, R.T. & J. F. Walgenbacii. 2005. Development, oviposition, and mortality of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in response to reduced-risk insecticides. *J. Econ. Entomol.*, 98: 2114-2120.
- Villanueva, R.T. & J. F. Walgenbacii. 2006. Acaricidal properties of spinosad against *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.*, 99: 843-849.
- Yaninek, J.S. & G. J. de Moraes. 1991. A synopsis of classical biological control of mites in agriculture, p. 133-149. *In: F. Dusbabeck & V. Bukva (eds.), Modern acarology.* Prague, Academia, 779 p.