

CROP PROTECTION

Toxicidade Diferencial de Agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Morangueiro

MÁRIO E. SATO, MARCOS DA SILVA, LEANDRA R. GONÇALVES, MIGUEL F. DE SOUZA FILHO E ADALTON RAGA

Centro Experimental do Instituto Biológico, Rodovia Heitor Penteado, km 3,5, C. postal 70, 13001-970, Campinas, SP
e-mail: mesato@biologico.br

Differential Toxicity of Pesticides to *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on Strawberry

ABSTRACT - This work aimed to evaluate the differential toxicity of pesticides to populations of the mite species *Neoseiulus californicus* (McGregor) and *Tetranychus urticae* Koch collected from commercial crops of strawberry (*Fragaria* sp.) in Atibaia county, State of São Paulo, Brazil. In the test of acute toxicity of pesticides, adult females of *N. californicus* received the pesticide treatment under Potter spray tower. The predaceous mite *N. californicus* showed the same or higher tolerance than *T. urticae* to various pesticides in laboratory. The highest difference was observed to the acaricide propargite, for which the predaceous mite was 25.1 times more tolerant than the two-spotted spider mite. This phytoseiid was also 4.7, 2.9 and 2.5 times more tolerant than *T. urticae* to chlorfenapyr, fenpyroximate, and cyhexatin, respectively. In the test of residual toxicity of pesticides, the chemicals were sprayed on plants of strawberry in the field. Leaves were collected after different periods from the treatment and artificially infested with adult females of *N. californicus*. The mortality was assessed 48h or 72h after treatment. Fenpyroximate, fenpropathrin, dimethoate, propargite, sulphur, and benomyl were innocuous to *N. californicus*. Chlorfenapyr, cyhexatin, and abamectin were significantly harmful to the predaceous mite causing initial mortality rates between 37.5% and 57.5%. The use of predaceous mites like of this population of *N. californicus*, which presents low susceptibility to various pesticides can be very useful for programs of management of *T. urticae* on strawberry in Brazil.

KEY WORDS: Predaceous mite, two-spotted spider mite, chemical control.

RESUMO - Este trabalho teve por objetivo avaliar a toxicidade diferencial de agroquímicos a populações de ácaros das espécies *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Tetranychus urticae* Koch coletadas de cultivos comerciais de morangueiro (*Fragaria* sp.) em Atibaia, SP. No teste de toxicidade aguda, fêmeas adultas de *N. californicus* foram tratadas através de pulverização direta utilizando torre de Potter. O ácaro predador *N. californicus* mostrou tolerância igual ou superior a *T. urticae* a diversos produtos, em condições de laboratório. A maior diferença foi observada para o acaricida propargite, para o qual o ácaro predador mostrou-se 25,1 vezes mais tolerante que o ácaro rajado. Este fitoseídeo também se mostrou 4,7; 2,9 e 2,5 vezes mais tolerante que o ácaro rajado, a clorfenapir, fempiroximate e ciexatim, respectivamente. No teste de toxicidade residual de agroquímicos, a pulverização foi realizada em canteiros de morango. Foram coletados folíolos em diferentes períodos após a aplicação e infestados artificialmente com fêmeas adultas de *N. californicus*. As avaliações de mortalidade foram realizadas 48h ou 72h após a infestação. Fempiroximate, fempropatrim, dimetoato, propargite, enxofre e benomil mostraram-se inócuos a *N. californicus*. Clorfenapir, ciexatim e abamectim foram significativamente prejudiciais ao ácaro predador causando mortalidades iniciais entre 37,5% e 57,5%. A utilização de ácaros predadores como desta população de *N. californicus*, que apresenta baixa suscetibilidade a diversos agroquímicos, poderia ser muito útil em programas de manejo de *T. urticae* em morangueiro no Brasil

PALAVRAS-CHAVE: Ácaro predador, ácaro rajado, controle químico.

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch, tem causado consideráveis prejuízos a diversas culturas no Brasil, incluindo a do morangueiro. Ataca as folhas desenvolvidas do morangueiro, as quais mostram manchas branco-prateadas na face inferior, e certa quantidade de teia; pela face superior aparecem áreas inicialmente cloróticas, que passam a bronzeadas. As folhas secam e caem, com conseqüente queda na produção (Flechtmann 1985). O controle do ácaro vem sendo realizado quase que exclusivamente com o uso de pesticidas químicos, cujo impacto ambiental pode ser bastante significativo (Watanabe et al. 1994). Mesmo quando aplicações regulares de acaricidas são realizadas, existem muitos casos em que o controle de *T. urticae* mostra-se ineficiente. Uma das razões dessa ineficiência pode estar associada ao desenvolvimento de resistência do ácaro a acaricidas (Sato et al. 1994b). Além disso, com o uso inadequado de pesticidas, tendem a ocorrer problemas de ressurgência da praga, devido à eliminação dos inimigos naturais (Van de Vrie et al. 1972).

Dentre os inimigos naturais de ácaros fitófagos, os ácaros predadores da família Phytoseiidae são os mais importantes (McMurtry et al. 1970). *Neoseiulus californicus* (McGregor) é um fitoseídeo predador, que promove o controle biológico de ácaros tetraniquídeos em morangueiro e em várias outras espécies de plantas cultivadas, como maçã, citrus, feijão, plantas ornamentais, etc. (Moraes et al. 1986, McMurtry & Croft 1997). Ocorre nas regiões semitropicais e temperadas da América do Sul, e também nas áreas áridas do sul da Califórnia e sul da Europa (McMurtry & Croft 1997).

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, McMurtry & Croft 1997). Liberações massais de *N. californicus* reduziram significativamente a população de *T. urticae* em morangueiro no sul da Califórnia, levando ao aumento significativo da produção de frutos de morango (Oatman et al. 1977b).

Embora menos efetivo que o fitoseídeo *P. persimilis* no controle de *T. urticae* em morangueiro (Oatman et al. 1977a), *N. californicus* é mais fácil de ser criado massalmente em laboratório (McMurtry 1977), apresentando assim um bom potencial de uso em programas de controle biológico de ácaro rajado (Oatman et al. 1977b).

No Brasil, *N. californicus* tem sido criado massalmente e liberado em macieira no sul do País, visando ao controle de *Panonychus ulmi* (Monteiro 1994). A importância do predador em morangueiro ainda é pouco conhecida no Brasil.

Um dos possíveis problemas relacionados à liberação de ácaros predadores, visando ao controle de ácaros pragas, é o risco de eles serem mortos pelos pesticidas utilizados para o controle de insetos pragas ou doenças de importância agrícola. Neste caso, o emprego de populações de fitoseídeos tolerantes ou resistentes a pesticidas poderia ser muito interessante nos programas de manejo de ácaros pragas em diversas culturas (Hoy 1985).

A utilização de fitoseídeos resistentes a pesticidas em programas de controle integrado, durante as últimas décadas, tem contribuído para o aprimoramento do manejo de pragas

em todo o mundo e para a 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.

O objetivo do presente trabalho foi comparar a toxicidade dos principais acaricidas utilizados em morangueiro no Brasil sobre populações de *N. californicus* e *T. urticae*, com o propósito de se obter subsídios para um manejo adequado de ácaros na cultura.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia Econômica do Centro Experimental do Instituto Biológico (CEIB) em Campinas, SP, de outubro de 1999 a agosto de 2000. As populações de *T. urticae* e *N. californicus* foram coletadas em cultivo comercial de morangueiro, no município de Atibaia, SP, em 30/10/1999. Nessa propriedade, as aplicações de acaricidas visando ao controle de *T. urticae* eram freqüentes, sendo que no ano de 1999, haviam sido realizadas pelo menos seis aplicações de abamectim, além de outros pesticidas de diferentes grupos químicos, antes da coleta das duas espécies. *N. californicus* foi a espécie de ácaro fitoseídeo mais abundante nesse cultivo de morango, correspondendo a mais de 95% dos ácaros predadores coletados.

Criação de Ácaros. Após a coleta, ácaros de ambas as espécies foram criados sobre plantas de feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.)] cultivadas em vasos no interior de bandejas plásticas, em condições controladas de temperatura ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), umidade relativa ($70 \pm 10\%$) e fotoperíodo (fotofase de 14h). A população de *N. californicus* foi mantida em plantas infestadas por *T. urticae*. Pólen de mamona, *Ricinus communis* L., também foi oferecido como alimento para os ácaros predadores, quando a população de *T. urticae* se mostrava baixa. O pólen foi fornecido sobre pequenos discos de papel (2 cm de diâmetro), colocados sobre as plantas de feijão e substituídos no dia seguinte.

Toxicidade Aguda em Laboratório. Os testes com acaricidas foram realizados baseando-se no método descrito por Knight et al. (1990). Foram colocadas 20 fêmeas adultas de *N. californicus* sobre um disco de folha de feijão (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 de *N. californicus*. Ninfas e adultos de *T. urticae* foram colocados em abundância em cada arena para servir de alimento aos ácaros predadores.

Para a maioria dos produtos testados, cada disco de folha foi pulverizado com torre de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK), utilizando um volume de calda de 2 ml e pressão de $0,703 \text{ kg/cm}^2$, o que correspondeu a um depósito de aproximadamente $1,5 \text{ mg}$ de calda por cm^2 de folha. No

caso dos experimentos com piretróides (altamente repelentes para ácaros predadores), utilizou-se metodologia descrita por Mochizuki (1994). Neste caso, as fêmeas foram pulverizadas sobre um disco de folha de feijão de 3 cm de diâmetro. Imediatamente após a aplicação, o disco de folha com os ácaros foi colocado no centro de outro disco de folha não tratada de 6 cm de diâmetro; havendo assim uma margem de 1,5 cm de folha não tratada ao redor do disco tratado. Também foram colocados ninfas e adultos de *T. urticae* como alimento, no disco de folha não tratado. O número de ácaros vivos e mortos foi determinado 48h após o tratamento (72h no caso de propargite). Foram considerados mortos os ácaros predadores que não conseguiram se locomover por uma distância mínima equivalente ao comprimento do seu corpo, ao serem tocados com um pincel de pêlo macio.

Foram preparadas cinco a seis concentrações de cada produto, através de diluição seqüencial em água destilada, para a obtenção das curvas de concentração-resposta e estimativa das concentrações letais médias (CL_{50}). Os seguintes produtos e respectivas concentrações (mínima e máxima) em ppm de i.a. foram utilizados: femproximate (Ortus $\bar{\text{O}}$ 50 SC), 25,0 a 800; ciexatim (Hokko Cihexatin $\bar{\text{O}}$ 500 PM), 62,5 a 2.000; abamectim (Vertimec $\bar{\text{O}}$ 18 CE), 0,42 a 13,5; fempropatrim (Danimen $\bar{\text{O}}$ 300 CE), 390 a 6.240; dimetoato (Perfektion $\bar{\text{O}}$ 400 CE), 480 a 15.360; propargite (Omit $\bar{\text{O}}$ 720 CE), 216 a 6.912; e clorfenapir (Citrex $\bar{\text{O}}$ 240 SC), 14,1 a 75,0.

Os mesmos procedimentos foram adotados para os testes com *T. urticae*, sendo cada disco infestado com 20 ácaros. Foram também preparadas cinco a seis concentrações de cada produto. As respectivas concentrações (mínima e máxima) são apresentadas a seguir: femproximate, 6,25 a 200; ciexatim, 31,2 a 1000; abamectim, 0,84 a 13,5; fempropatrim, 780 a 24960; dimetoato, 480 a 15360; propargite, 13,5 a 432; e clorfenapir, 1,20 a 38,4. O mesmo critério de avaliação de mortalidade adotado para *N. californicus* foi utilizado para *T. urticae*.

O enxofre (Thiovit $\bar{\text{O}}$ 80% PM) também foi testado, tanto para *N. californicus* como para *T. urticae*, porém não foi possível a obtenção das curvas de concentração-mortalidade pelo fato de esses ácaros mostrarem-se altamente tolerantes ao produto, sendo necessárias concentrações acima de 2,5% ou 25000 ppm, para se conseguir alguma mortalidade significativa (>10%). Embora a preparação da calda de enxofre nessas concentrações (acima de 25.000 ppm) fosse possível, a pulverização em torre de Potter tornou-se inviável pelo fato de a calda apresentar um excesso de partículas em suspensão causar distribuição irregular do produto na aplicação e provocar entupimento da torre de pulverização.

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 agroquímico foi calculada por meio do quociente entre a CL_{50} do produto para *N. californicus* e a CL_{50} para *T. urticae*.

Além desses testes visando à obtenção das CL_{50} de cada produto para ambas as espécies de ácaros, foi conduzido um teste adicional utilizando-se apenas a concentração recomendada de cada produto para o controle de *T. urticae* em morangueiro no Brasil (Andrei 1999). Esse teste foi

realizado à parte, pelo fato de a concentração recomendada não ter sido utilizada na obtenção da curva de concentração-resposta, para diversos produtos, por causarem índices de mortalidade muito próximos de zero (ex.: fempropatrim, enxofre, dimetoato) ou de 100% (ex.: clorfenapir) para pelo menos uma das espécies de ácaros testados (*N. californicus* e/ou *T. urticae*).

Neste caso, foram colocadas 30 fêmeas adultas de *N. californicus* ou *T. urticae* em cada disco, seguindo-se a mesma metodologia descrita anteriormente. As concentrações recomendadas (em ppm de i.a.) para cada produto são apresentadas a seguir: femproximate (50), ciexatim (250) abamectim (13,5), fempropatrim (195), dimetoato (480), propargite (216), clorfenapir (150) e enxofre (2400). O experimento foi repetido quatro vezes, realizando-se a comparação entre as mortalidades médias de *N. californicus* e *T. urticae*, causadas por cada produto, através do teste *t* ($\alpha = 0,05$).

Toxicidade Residual a *N. californicus*. Mudanças de morangueiro (var. Oso Grande) foram transplantadas em canteiros de 1 m x 3 m em Campinas, SP, em 16/06/2000. Cinquenta e dois dias mais tarde, cada canteiro foi tratado com um determinado pesticida, com o uso de um pulverizador manual de pressão constante (50 lb/pol²). A quantidade de calda utilizada para cada tratamento foi de aproximadamente 250 ml/m².

Além dos oito acaricidas utilizados no teste anterior, foi também testado o fungicida benomil (Benlate $\bar{\text{O}}$ 500 PM) na concentração de 300 ppm de i.a. Esse fungicida, comumente utilizado em morangueiro no estado de São Paulo, foi testado devido à sua elevada toxicidade a algumas espécies de fitoseideos, em condições de laboratório (Reis *et al.* 1998). Todos os produtos foram testados na sua concentração recomendada para a cultura no Brasil (concentrações indicadas no teste anterior). No caso de clorfenapir, que ainda não tem registro de uso para a cultura no País, a concentração utilizada (150 ppm de i.a.) foi baseada na concentração recomendada para o controle de *T. urticae* e outros ácaros em outras culturas (Andrei 1999).

Foram coletados folíolos de morangueiro, duas horas após a pulverização e um, três, cinco e sete dias após o tratamento. Recortou-se o limbo de cada folíolo coletado, de forma que restasse uma área circular distal de aproximadamente 2 cm de diâmetro. Manteve-se um prolongamento (basal), a partir do "disco foliar", de aproximadamente 2 cm de comprimento e 0,4 cm de largura, compreendendo a nervura central e parte do pecíolo da folha. O ápice do prolongamento foi inserido perpendicularmente na parte central de uma camada de espuma plástica. A camada de espuma (0,5 cm de espessura), acondicionada no interior de uma placa de Petri (4 cm de diâmetro), foi mantida sempre encharcada com água destilada para impedir a fuga dos ácaros predadores.

Cada folíolo foi infestado com dez fêmeas adultas de *N. californicus* e aproximadamente 40 ninfas e/ou adultos de *T. urticae* (para servir como alimento). As avaliações de mortalidade de *N. californicus* foram realizadas 48h ou 72h (apenas para propargite) após a infestação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições (4 arenas com 10 ácaros predadores).

O número de ácaros vivos por parcela foi transformado em $\sqrt{x + 0,5}$ e submetido à análise de variância e aos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Toxicidade Aguda em Laboratório. *N. californicus* foi tão ou mais tolerante que *T. urticae* aos acaricidas testados, com exceção de abamectim e fempropatrim (Tabela 1). A maior diferença foi observada para propargite, para o qual *N. californicus* mostrou-se 25,1 vezes mais tolerante que *T. urticae*. Neste caso, a concentração letal média (CL₅₀) de propargite para *N. californicus* foi de 2.090 ppm de i.a., que corresponde a aproximadamente 9,7 vezes a concentração recomendada deste acaricida para o controle de *T. urticae* em morangueiro (Andrei 1999).

N. californicus também se mostrou 4,7; 2,9 e 2,5 vezes mais tolerante que *T. urticae*, respectivamente, aos produtos clorfenapir, fempiroximate e ciexatim. Com relação a dimetoato, para o qual *N. californicus* mostrou tolerância semelhante a *T. urticae*, a CL₅₀ observada (4.872 ppm de i.a. para *N. californicus* e 4.213 ppm de i.a. para *T. urticae*) para o fitoseídeo representa aproximadamente 10 vezes a concentração recomendada para combater *T. urticae* na cultura.

Embora *N. californicus* tenha se mostrado ligeiramente mais suscetível a abamectim que *T. urticae*, verificou-se que a população de *T. urticae* já apresentava resistência ao acaricida, mostrando-se 14,3 vezes mais resistente que uma população suscetível do ácaro fitófago [CL₅₀ = 0,305 (0,248 - 0,368)], mantida no laboratório.

A baixa suscetibilidade de *N. californicus* a diversos acaricidas pode estar associada à evolução de resistência no campo, em consequência da pressão de seleção exercida pelas freqüentes aplicações de agroquímicos realizadas nessa cultura na região de Atibaia. Entretanto, alguns autores também mencionam a baixa sensibilidade de *N. californicus* a certos grupos de pesticidas como por exemplo piretróides (Easterbrook et al. 2001), o que pode indicar uma tolerância natural da espécie a alguns pesticidas.

Embora a resistência a inseticidas não seja freqüente em inimigos naturais (Georghiou & Lagunes-Tejeda 1991), atualmente são conhecidos diversos casos de resistência em ácaros predadores da família Phytoseiidae (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 pesticidas, em uma escala microgeográfica (Croft & Van de Baan 1988). Além disso, os fitoseídeos apresentam ciclo biológico curto, podendo se desenvolver de ovo a adulto em uma semana (Hoy 1985), o que também favorece o desenvolvimento da resistência. A resistência a pesticidas tem sido documentada em populações nativas de fitoseídeos, principalmente das espécies *Amblyseius fallacis* (Garman), *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt), *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot e *Typhlodromus pyri* Scheuten (Croft & Strickler 1983, Hoy 1985).

Baixa suscetibilidade de *N. californicus* a inseticidas organofosforados também foi observada por Croft et al. (1976). Ácaros dessa espécie coletados de pomares de maçã do Uruguai, ao serem tratados (imersão de lâmina) com o

Tabela 1. Efeito de diferentes acaricidas em populações de *N. californicus* (N.c.) e *T. urticae* (T.u.) coletadas de morangueiro em Atibaia, SP.

Pesticida	Espécie	n	CL ₅₀ (ppm) [I.C. a 95%]	Coefficiente angular ± EP	χ^2	G.L.	Toxicidade diferencial
Fempiroximate	N.c.	314 ¹	69,6 ² (56,8 - 83,6)	2,22 ± 0,091 ³	1,26	4 ⁴	2,90 ⁵
	T.u.	360	24,0 (19,2 - 29,4)	1,67 ± 0,067	0,876	4	-
Ciexatim	N.c.	319	609 (508 - 742)	2,15 ± 0,085	5,30	4	2,49
	T.u.	360	245 (206 - 293)	2,12 ± 0,077	2,40	4	-
Abamectim	N.c.	325	2,76 (2,30 - 3,31)	2,16 ± 0,081	2,73	4	0,63
	T.u.	300	4,36 (3,47 - 5,62)	1,55 ± 0,087	0,659	3	-
Fempropatrim	N.c.	216	1653 (1396 - 1958)	2,55 ± 0,117	3,25	3	0,56
	T.u.	360	2956 (2406 - 3581)	1,81 ± 0,070	2,97	4	-
Dimetoato	N.c.	304	4872 (4049 - 5956)	2,19 ± 0,090	1,57	4	1,16
	T.u.	360	4213 (3462 - 5212)	1,76 ± 0,069	6,25	4	-
Propargite	N.c.	312	2090 (1742 - 2541)	2,19 ± 0,087	7,16	4	25,1
	T.u.	360	83,3 (70,5 - 98,5)	2,23 ± 0,079	8,11	4	-
Clorfenapir	N.c.	309	33,5 (30,3 - 37,1)	3,79 ± 0,152	1,67	4	4,67
	T.u.	360	7,17 (6,03 - 8,52)	2,12 ± 0,076	7,28	4	-

¹Número total de ácaros utilizados para a obtenção das curvas de concentração-resposta

²Concentração letal média e intervalo de confiança a 95%

³Coefficiente angular e erro padrão da média

⁴Grau de liberdade

⁵Toxicidade diferencial = CL₅₀ para *N. californicus* dividido pela CL₅₀ para *T. urticae*

inseticida fosmete na concentração recomendada para a cultura, quase não foram afetados pelo produto. A população apresentava uma magnitude de resistência ao produto da ordem de dez vezes (Croft *et al.* 1976).

Nos testes toxicológicos utilizando-se as concentrações recomendadas para o controle de *T. urticae* em morangueiro no Brasil, observou-se baixa suscetibilidade de *N. californicus* aos acaricidas fempiroximate, ciexatim, fempropatrim, dimetoato, propargite e enxofre, para os quais as porcentagens de mortalidade ficaram entre 20% e 35% para os dois primeiros produtos; ou inferiores a 5% para os quatro últimos (Fig. 1).

Embora *N. californicus* tenha se mostrado tolerante a fempropatrim, dimetoato e enxofre, essa característica não se mostra muito útil em programas de manejo de ácaros em morangueiro, considerando-se que *T. urticae* também se apresenta tolerante a esses produtos, com mortalidades médias inferiores a 10%. A tolerância ao inseticida-acaricida dimetoato é vantajosa por exemplo quando o agricultor necessita controlar outras pragas, como pulgões das espécies *Aphis forbesi* Weed ou *Capitophorus fragaefolii* (Cockerell), que ocorrem na cultura. Neste caso, o controle pode ser realizado sem afetar significativamente a população do predador.

Os produtos mais promissores para programas de manejo de ácaros em morangueiro são o propargite e o fempiroximate, que apresentaram elevada toxicidade a *T. urticae* e baixa toxicidade a *N. californicus*, quando utilizados nas concentrações recomendadas (Fig. 1).

Apesar de *N. californicus* mostrar-se mais tolerante que *T. urticae* a clorfenapir (Tabela 1), quando o produto foi aplicado na concentração recomendada (150 ppm de i.a.) causou alta mortalidade em ambas as espécies (Fig. 1). Neste aspecto, o produto poderia se mostrar mais promissor para programas de manejo, se concentrações inferiores do produto

fossem utilizadas e apresentassem boa eficiência para o controle dos ácaros pragas em condições de campo.

A alta toxicidade de clorfenapir a *N. californicus* e *T. urticae*, provavelmente está associada ao fato de o produto ainda não ter sido utilizado em morangueiro na propriedade em estudo. Assim sendo, os ácaros não teriam sofrido nenhuma pressão de seleção com o acaricida até o momento da coleta.

Toxicidade Residual a *N. californicus*. No teste de toxicidade residual de agroquímicos (Tabela 2 e Fig. 2), os tratamentos com os produtos fempiroximate, fempropatrim, dimetoato, propargite, enxofre e benomil mostraram-se inócuos a *N. californicus*.

Embora o piretróide fempropatrim não tenha se mostrado prejudicial a *N. californicus* neste teste, o produto tem apresentado alta toxicidade a outras espécies de ácaros fitoseídeos (Yamamoto *et al.* 1992, Sato *et al.* 1996, Reis *et al.* 1998). Os demais agroquímicos (fempiroximate, dimetoato, propargite, enxofre e benomil) que se mostraram inócuos à população de *N. californicus*, foram relatados por diversos autores como de alta toxicidade a ácaros fitoseídeos de diferentes espécies (Bittencourt e Cruz 1988, Sato *et al.* 1994a, 1996, Reis *et al.* 1998).

Apenas os acaricidas clorfenapir, ciexatim e abamectim mostraram-se significativamente prejudiciais a *N. californicus* (Tabela 2 e Fig. 2). Clorfenapir foi o produto com maior toxicidade residual ao fitoseídeo, causando mortalidade inicial de 57,5% e mantendo um efeito prejudicial significativo até cinco dias após o tratamento.

Abamectim e ciexatim apresentaram toxicidades semelhantes, logo após a aplicação, com mortalidades entre 37,5% e 42,5%. Entretanto, o período de toxicidade residual de abamectim foi mais curto, não apresentando qualquer efeito tóxico significativo na avaliação realizada um dia após

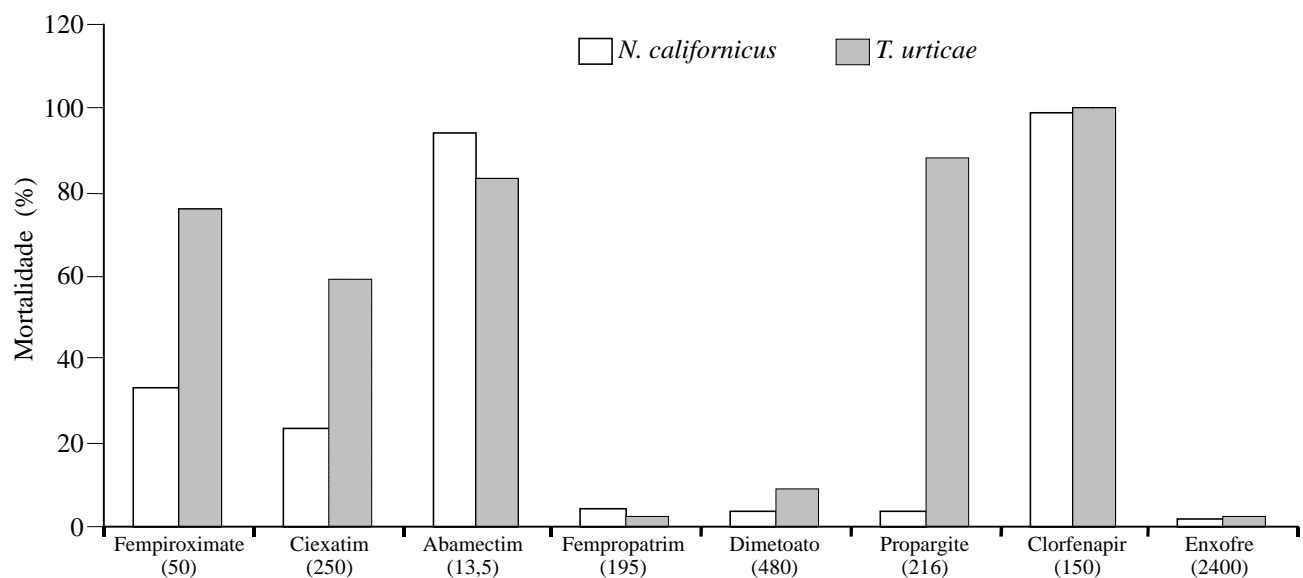


Figura 1. Efeito de acaricidas sobre fêmeas adultas de *N. californicus* e *T. urticae*, pulverizados diretamente sobre os ácaros, nas respectivas concentrações recomendadas (em ppm de i.a.) para o controle de *T. urticae* na cultura de morangueiro. Para cada tratamento acaricida, colunas com a mesma letra não diferem entre si, pelo teste *t*, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Toxicidade residual de agroquímicos a *N. californicus* em folhas de morangueiro coletadas em diferentes períodos após a pulverização sobre a cultura: número médio (\pm erro padrão da média) de ácaros vivos por parcela (10 ácaros).

Tratamentos	Concentração (ppm de i.a.)	Dias após o tratamento				
		0 ¹	1	3	5	7
Femproximate	50	8,75 \pm 0,47 a ² b	9,50 \pm 0,28 ab	9,75 \pm 0,25 ab	10,0 \pm 0,00 ab	10,0 \pm 0,00 a
Ciexatim	250	6,25 \pm 0,48 ab	7,25 \pm 0,48 ab	9,00 \pm 0,58 ab	9,75 \pm 0,25 ab	10,0 \pm 0,00 a
Abamectim	13,5	5,75 \pm 0,48 ab	9,50 \pm 0,29 ab	9,75 \pm 0,25 ab	10,0 \pm 0,00 ab	10,0 \pm 0,00 a
Fempropratrium	195	9,50 \pm 0,29 ab	9,50 \pm 0,29 ab	9,75 \pm 0,25 ab	9,75 \pm 0,25 ab	9,75 \pm 0,25 a
Dimetoato	480	9,25 \pm 0,48 ab	9,75 \pm 0,25 ab	9,75 \pm 0,25 ab	10,0 \pm 0,00 ab	10,0 \pm 0,00 a
Propargite	216	9,00 \pm 0,41 ab	9,50 \pm 0,29 ab	9,75 \pm 0,25 ab	10,0 \pm 0,00 ab	10,0 \pm 0,00 a
Clorfenapir	150	4,25 \pm 0,25 abc	6,75 \pm 0,75 ab	8,00 \pm 0,41 ab	9,00 \pm 0,41 ab	9,50 \pm 0,29 a
Enxofre	2400	10,0 \pm 0,00 ab	10,0 \pm 0,00 ab	9,75 \pm 0,25 ab	10,0 \pm 0,00 ab	10,0 \pm 0,00 a
Benomil	300	9,75 \pm 0,25 ab	10,0 \pm 0,00 ab	10,0 \pm 0,00 ab	9,50 \pm 0,29 ab	10,0 \pm 0,00 a
Testemunha	-	10,0 \pm 0,00 ab	9,75 \pm 0,25 ab	10,0 \pm 0,00 ab	10,0 \pm 0,00 ab	9,75 \pm 0,25 a
CV (%)	-	4,37	4,04	3,03	3,21	1,42

¹Folhas coletadas 2h após a aplicação e infestadas com ácaros predadores

²Dados não transformados. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade.

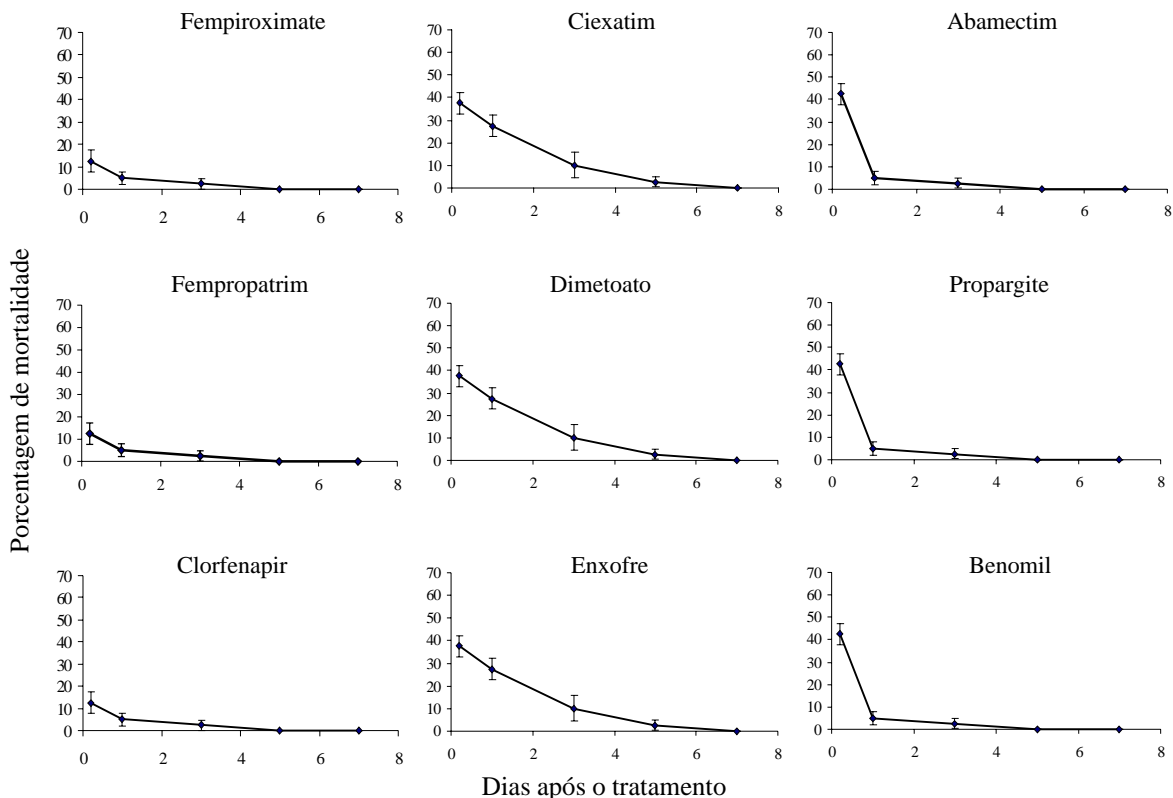


Figura 2. Porcentagem de mortalidade (\pm erro padrão da média) de *N. californicus* após 48h ou 72h (apenas para propargite) de exposição em folhas de morangueiro, coletadas em diferentes períodos após a pulverização de agroquímicos na concentração recomendada para a cultura.

a aplicação. No caso de ciexatim, a toxicidade residual mostrou-se nula apenas aos três dias após a aplicação.

Resultados semelhantes com abamectim foram observados por Sato et al. (1996) em citros. O período de toxicidade residual do abamectim para o fitoseídeo

Iphiseiodes zuluagai Denmark & Muma foi de apenas um dia, com mortalidade inicial inferior a 62%. O acaricida ciexatim mostrou-se ligeiramente mais tóxico (mortalidade inicial de 82%), com efeito prejudicial significativo até quatro dias após a aplicação.

O conhecimento do período de toxicidade residual dos agroquímicos serve de subsídio para programas de manejo de ácaros em morangueiro, quando se pretende realizar a liberação de ácaros predadores visando ao controle biológico de *T. urticae*. Assim sendo, para a população de *N. californicus*, as liberações poderiam ser realizadas respectivamente um, três ou sete dias após a aplicação dos produtos abamectim, ciexatim e clorfenapir (Fig. 2), sem o risco de ocorrer mortalidade significativa de predadores adultos em consequência do tratamento químico. Para os demais produtos testados, a liberação poderia ser realizada a qualquer momento após a aplicação, considerando-se que os produtos mostram-se inócuos a adultos de *N. californicus*, quando aplicados sobre as plantas de morango.

Um dos aspectos que devem ser mencionados é o fato de a avaliação da toxicidade residual dos produtos ter se baseado apenas na mortalidade de adultos de *N. californicus*, sem levar em consideração o efeito sobre as formas imaturas, que seriam provavelmente mais sensíveis aos pesticidas testados. Esta pesquisa enfocou apenas o efeito dos produtos sobre os adultos, considerando-se que a liberação de *N. californicus* no campo venha a ser realizada utilizando-se principalmente a fase adulta do predador. As formas jovens (exceto ovo) provavelmente seriam expostas aos pesticidas somente a partir de dois a três dias após liberação dos ácaros predadores adultos (Castagnoli & Falchini 1993), quando o efeito tóxico dos produtos seria mais baixo. Estudos complementares para observar os possíveis efeitos dos pesticidas sobre as formas jovens de *N. californicus* em condições de campo ainda são necessários.

Em diversos países da Europa e na América do Norte, o controle de *T. urticae* tem sido freqüentemente realizado através de liberações periódicas de ácaros fitoseídeos (Helle & Sabelis 1985). Trabalhos conduzidos no Brasil também têm demonstrado alto potencial do controle biológico dessa praga de morangueiro com liberações de ácaros fitoseídeos como *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Amblyseius idaeus* Denmark & Muma (Garcia 1992, Watanabe *et al.* 1994).

Uma das vantagens associadas à tolerância de *N. californicus* a acaricidas (propargite, por exemplo), é o fato de os produtos poderem ser utilizados no campo, quando a liberação de ácaros predadores não se mostrar suficiente para reduzir a população de *T. urticae* até níveis inferiores ao de dano econômico. Em programas de manejo de ácaros em morangueiro na Austrália, Hepworth & MacFarlane (1992) recomendam a liberação de ácaros predadores (*P. persimilis*) quando a proporção de folíolos livres de *T. urticae* cair para 75%. Recomendam também que a aplicação de acaricidas seja realizada somente caso a porcentagem atinja 5%.

A utilização de fitoseídeos como dessa população de *N. californicus*, que se mostra tolerante a diversos agroquímicos, pode ser muito interessante em programas de manejo de *T. urticae* em morangueiro e em outras culturas, como maçã, citros e plantas ornamentais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Gilberto J. de Moraes (ESALQ-USP) pela identificação do ácaro predador e pelas valiosas sugestões na escrita deste trabalho. À Fundação de

Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro na execução da presente pesquisa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de iniciação científica (PIBIC-IB) para o segundo autor e de produtividade em pesquisa para o primeiro e o quinto autor.

Literatura Citada

- Andrei, E. (ed.) 1999.** Compêndio de defensivos agrícolas. 6ª ed., São Paulo, Editora Andrei, 672p.
- Bittencourt, M.A.L. & F.Z. da Cruz. 1988.** Toxicidade de produtos químicos sobre predadores (Acari: Phytoseiidae) em citros. An. Soc. Entomol. Brasil 17: 249-261.
- Castagnoli, M. & L. Falchini. 1993.** Suitability of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) as prey for *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari Phytoseiidae). Redia 76: 273-279.
- Croft, B.A. & H.E. Van De Baan. 1988.** Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseiid mites. Exp. Appl. Acarol. 4: 277-300.
- Croft, B.A., J. Briozzo & J.B. Carbonell. 1976.** Resistance to organophosphorus insecticides in a predaceous mite, *Amblyseius chilensis*. J. Econ. Entomol. 69: 563-565.
- Croft, B.A. & K.A. Strickler. 1983.** Natural enemy resistance to pesticides: documentation, characterization, theory and application, p. 669-702. In G.P. Georghiou & T. Saito (eds.), Pest resistance to pesticides. New York, Plenum, 809p.
- Easterbrook, M.A., J.D. Fitzgerald & M.G. Solomon. 2001.** 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). Exp. Appl. Acarol. 25: 25-36.
- FAO. 1984.** Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. Method for phytoseiid predatory mites. FAO Plant Protection Bulletin 32: 25-27.
- Finney, D.J. 1971.** Probit analysis. 3rd ed., London, Cambridge University Press, 315p.
- Flechtmann, C.H.W. 1985.** Ácaros de importância agrícola. São Paulo, Livraria Nobel, 189p.
- Garcia, I.P. 1992.** Estudos com *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1905) (Acari: Phytoseiidae) para o manejo de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) na cultura de morangueiro (*Fragaria* spp.). Dissertação de mestrado, FCAV/ UNESP, Botucatu, 64p.

- Georghiou, G.P. & A. Lagunes-Tejeda. 1991.** The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. Roma, FAO, 318p.
- Helle, W. & M.W. Sabelis (eds.). 1985.** Spider mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier, 405p.
- Hepworth, G. & J.R. MacFarlane. 1992.** Systematic presence-absence sampling method applied to twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on strawberries in Victoria, Australia. *J. Econ. Entomol.* 85: 2234-2239.
- Hoy, M.A. 1985.** Recent advances in genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae. *Annu. Rev. Entomol.* 30: 345-370.
- Hoy, M.A. 1990.** Pesticide resistance in arthropod natural enemies: variability and selection responses, p. 203-236. In R.T. Roush & B.E. Tabashnik (eds.) *Pest resistance in arthropods*. New York, Chapman and Hall, 303p.
- Knight, A.L., E.H. Beers, S.C. Hoyt & H. Riedl. 1990.** Acaricide bioassay with spider mites (Acari: Tetranychidae) on pome fruits: evaluation of methods and selection of discrimination concentrations for resistance monitoring. *J. Econ. Entomol.* 83: 1752-1760.
- LeOra Software. 1987.** POLO PC: a user's guide to Probit or Logit analysis. Berkeley, 20p.
- McMurtry, J.A. 1977.** Some predaceous mites (Phytoseiidae) on citrus in the Mediterranean region. *Entomophaga* 22: 19-30.
- McMurtry, J.A. & B.A. Croft. 1997.** Life styles of phytoseiid mites and their roles as biological control agents. *Ann. Rev. Entomol.* 42: 291-321.
- McMurtry, J.A., C.B. Huffaker & M. Van de Vrie. 1970.** Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. I. Tetranychid enemies: their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia* 40: 331-390.
- Mochizuki, M. 1994.** Variations in insecticide susceptibility of the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acarina: Phytoseiidae), in the tea fields of Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 29: 203-209.
- Monteiro, L.B. 1994.** Manejo integrado de *Panonychus ulmi* em macieira. Primeiras experiências com a introdução de *Neoseiulus californicus*. *Rev. Bras. Frut.* 16: 46-53.
- Moraes, G.J. de, J.A. McMurtry & H.A. Denmark. 1986.** A catalog of the mite family Phytoseiidae: references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. Brasília, EMBRAPA-DDT, 353p.
- Oatman, E.R., J.A. McMurtry, F.E. Gilstrap & V. Voth. 1977a.** Effect of releases of *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis*, and *Typhlodromus occidentalis* on the twospotted spider mite on strawberry in southern California. *J. Econ. Entomol.* 70: 45-47.
- Oatman, E.R., J.A. McMurtry, F.E. Gilstrap & V. Voth. 1977b.** Effect of releases of *Amblyseius californicus* on the twospotted spider mite on strawberry in southern California. *J. Econ. Entomol.* 70: 638-640.
- Reis, P.R., L.G. Chiavegato, G.J. de Moraes, E.B. Alves & E.O. Sousa. 1998.** Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 27: 265-274.
- Sato, M.E., A. Raga, L.C. Cerávolo, A.C. Rossi & M.F. de Souza Filho. 1996.** Toxicidade residual de acaricidas a *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, 1972 (Acari: Phytoseiidae). *Arq. Inst. Biol.* 63: 15-19.
- Sato, M.E., L.C. Cerávolo, A.C. Cezário, A. Raga & S.M.N.M. Montes. 1994a.** Toxicidade residual de acaricidas a *Euseius citrifolius* Denmark & Muma, 1970 (Acari: Phytoseiidae) em citros. *Rev. Agric.* 69: 257-267.
- Sato, M.E., N. Suplicy Filho, M.F. de Souza Filho & A.P. Takematsu. 1994b.** Resistência do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) a diversos acaricidas em morangueiro (*Fragaria* sp.) nos municípios de Atibaia-SP e Piedade-SP. *Ecosistema* 19: 40-46.
- Strong, W.B. & B.A. Croft. 1995.** Inoculative release of phytoseiid mites into the rapidly expanding canopy of hop for control of *Tetranychus urticae* Koch. *Environ. Entomol.* 24: 446-453.
- Van de Vrie, M., J.A. McMurtry & C.B. Huffaker. 1972.** Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review. III. Biology, ecology, and pest status, and host-plant relations of tetranychids. *Hilgardia* 41: 387-403.
- Watanabe, M. A., G.J. de Moraes, I. Gastaldo Jr. & G. Nicolella. 1994.** Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseiídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. *Sci. Agric.* 51: 75-81.
- Yamamoto, P.T., A. de S. Pinto, P.E.P. Paiva & S. Gravena. 1992.** Seletividade de agrotóxicos aos inimigos naturais de pragas dos citros. *Laranja* 13: 709-755.

Received 05/11/01. Accepted 30/07/02.