

**DANIELA DUARTE MONTEIRO REZENDE**

**RESISTÊNCIA A ACARICIDAS EM *Phytoseiulus macropilis* (BANKS)  
(ACARI: PHYTOSEIIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010**

**DANIELA DUARTE MONTEIRO REZENDE**

**RESISTÊNCIA A ACARICIDAS EM *Phytoseiulus macropilis* (BANKS)  
(ACARI: PHYTOSEIIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

*APROVADA: 27 de junho de 2010.*

---

Prof. Marcos A.M. Fadini  
(Coorientador)

---

Prof. Raul N.C. Guedes  
(Coorientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Madelaine Venzon

---

Prof. Eliseu J.G. Pereira

---

Angelo Pallini Filho  
(Orientador)

À Deus,  
Aos meus irmãos Leonardo, Guilherme e Fernanda,  
Ao amigo Hamilton,  
Aos meus pais

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realização das pesquisas, à Capes pela concessão da bolsa de estudo, e à Fapemig pelo financiamento do projeto.

À EPAMIG pela infraestrutura.

Ao prof. Angelo Pallini pela orientação, incentivo e oportunidades oferecidas.

Aos profs. Marcos Fadini e Raul Guedes pela importante contribuição dedicada e pela constante disposição para discutir os dados aqui apresentados.

Ao Dr. Hamilton, pela amizade, estímulo, confiança e disposição para ajudar no que fosse preciso e sempre com muita dedicação.

Aos meus pais Osvaldir e Leodir pelo apoio e carinho sem os quais essa tese não seria realizada.

Ao Eduardo pela companhia e carinho.

Aos colegas de trabalho Cleber e Marcus pela amizade e colaboração nas pesquisas realizadas.

Aos colegas do Laboratório de Acarologia Felipe, Cleide, Ana Maria, Ana Cristina, Vinicius, Eduardo, Gabriel, João, Cristina, Samir, Rafael, Elisa e Elaine pela amizade e agradável convivência.

A Mirian e Dona Paula pela constante disposição em ajudar.

## **BIOGRAFIA**

DANIELA DUARTE MONTEIRO REZENDE, filha de Osvaldir Rezende Monteiro e Maria Leodir Duarte Rezende, nasceu em 25 de março de 1985, na cidade de São Miguel do Anta, Minas Gerais.

Em março de 2003 iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

Em agosto de 2008 iniciou o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa finalizando-o com a defesa na presente dissertação em julho de 2010.

## ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
Agradecimentos.....	5
Referências.....	6
<b>CAPÍTULO 2: TOXICIDADE LETAL DE ACARICIDAS AO ÁCARO PREDADOR <i>Phytoseiulus macropilis</i> (BANKS) (ACARI: PHYTOSEIIDAE)</b> .....	<b>9</b>
Resumo.....	9
Introdução.....	10
Material e Métodos.....	13
Resultados.....	16
Discussão.....	16
Agradecimentos.....	19
Referências.....	20
Tabelas e Figuras.....	28
<b>CAPÍTULO 3: A RESISTÊNCIA AO ACARICIDA DIMETOATO EM <i>Phytoseiulus macropilis</i> (BANKS) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) POSSUI CUSTO ADAPTATIVO ASSOCIADO?</b> .....	<b>26</b>
Resumo.....	26
Introdução.....	27
Material e Métodos.....	29
Resultados.....	34
Discussão.....	34
Agradecimentos.....	36
Referências.....	37
Tabelas e Figuras.....	41
<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	<b>44</b>

## RESUMO

REZENDE, Daniela Duarte Monteiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2010. **Resistência a acaricidas em *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae)**. Orientador: Angelo Pallini Filho. Coorientadores: Marcos Antônio Matiello Fadini, Hamilton Gomes de Oliveira e Raul Narciso Carvalho Guedes.

O ácaro predador *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) possui grande potencial como agente de controle biológico do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). No entanto, o controle químico pode interferir negativamente na efetividade deste predador. Uma alternativa que permitiria explorar o potencial apresentado por *P. macropilis* como inimigo natural do ácaro-rajado seria a seleção de indivíduos resistentes aos principais pesticidas a partir de coletas em áreas de cultivos comerciais, pois estes indivíduos estariam sob pressão seletiva constante de um ou mais pesticidas. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi identificar indivíduos de *P. macropilis* resistentes aos acaricidas abamectina e dimetoato e o possível custo adaptativo ligado a esta resistência. Levou-se em consideração estes dois pesticidas com ação acaricida-inseticida por serem os mais aplicados em cultivos de morangueiro no estado de Minas Gerais para o controle do ácaro-rajado. Para tanto, nesta dissertação foram avaliados: i) A toxicidade letal dos acaricidas abamectina e dimetoato sobre duas populações de *P. macropilis*, uma oriunda de cultivo convencional da região de Barbacena-MG e a outra proveniente de casa de vegetação do *campus* da Universidade Federal de Viçosa; ii) A taxa instantânea de crescimento populacional ( $r_i$ ), taxa de predação sobre o ácaro-rajado e capacidade de forrageamento a voláteis de

plantas infestadas com o ácaro-rajado para as duas populações de *P. macropilis*. Concluiu-se que a população coletada em cultivo convencional na região de Barbacena apresentou resistência a dimetoato e que esta resistência não está associada a custo adaptativo em relação a indivíduos susceptíveis.



## ABSTRACT

REZENDE, Daniela Duarte Monteiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2010. **Resistance of *Phytoseiulus macropilis* to acaricides (Banks) (Acari:Phytoseiidae)**. Adviser: Angelo Pallini. Co-advisers: Marcos Antonio Matiello Fadini, Hamilton Gomes de Oliveira and Raul Narciso Carvalho Guedes.

The predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) has great potential as a biological control agent of spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). However, chemical control may adversely affect the effectiveness of this predator. An alternative that would exploit the potential presented by *P. macropilis* as natural enemy of spider mite would be the selection of individuals resistant to pesticides from major collections in the areas of cash crops, since these individuals would be under constant selective pressure of one or more pesticides. Thus, the objective was to identify individuals of *P. macropilis* resistant to acaricides abamectin and dimethoate and possible fitness cost linked to this resistance. It took account of these two pesticides with insecticide-acaricide action because they are more invested in strawberry crops in the state of Minas Gerais for the control of spider mite. To that end, this dissertation were evaluated: i) the lethal toxicity of the acaricides abamectin and dimethoate on two populations of *P. macropilis*, coming from a conventional farming in the region of Barbacena-MG and the other from a greenhouse on the campus of Universidade Federal de Viçosa, ii) the instantaneous rate of increase ( $r_i$ ), rate of predation on spider mite and capacity foraging to volatile plant infested with spider mite for the two populations of *P. macropilis*. It was concluded that the population collected in conventional

system in the region of Barbacena showed resistance to dimethoate and that this resistance is not associated with fitness cost compared to susceptible individuals.

## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL

O ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) é praga importante de mais de 600 espécies de plantas comercialmente exploradas (Moraes & Flechtmann, 2008; Gotoh, 1993). As injúrias causadas pelo ácaro-rajado são provocadas pela perfuração das células da epiderme inferior das folhas e dos frutos verdes (Helle & Sabelis, 1985). Em altas densidades, o ácaro-rajado reduz a taxa fotossintética das plantas por causar danos às células do mesófilo foliar e o fechamento dos estômatos, acarretando redução no número e no peso de frutos (Helle & Sabelis, 1985).

O controle químico ainda é o principal método de controle do ácaro-rajado. No entanto, o uso excessivo de pesticidas para o controle dessa praga tem causado prejuízos no seu manejo, devido à seleção de indivíduos resistentes (Cranham & Helle, 1985; Nauen et al., 2001). Adicionalmente, com o aumento da consciência social sobre o efeito danoso dos pesticidas ao meio ambiente houve um maior rigor na regulamentação governamental sobre o uso de pesticidas, isto tem resultado na busca de novas técnicas para o manejo de pragas. São estudadas estratégias de manejo que causem os menores impactos ao ambiente, aos trabalhadores do setor agrícola e aos consumidores em geral (Shrewsbury & Hardin, 2003).

Em termos de viabilidade comercial dos cultivos, há que se encontrar uma forma eficaz para controlar o ácaro-rajado a fim de manter sua densidade populacional abaixo do nível de dano econômico e que possa agregar valor comercial ao produto fornecendo ao consumidor um alimento de maior qualidade e segurança. Nesse contexto, a utilização do controle biológico

aplicado de ácaros pragas por meio de ácaros predadores pode ser uma opção viável (Thongtab et al., 2001).

De modo geral, os ácaros predadores são os inimigos naturais mais eficientes e os mais empregados em programas de controle biológico aplicado de ácaros praga na agricultura (Moraes, 1991, 2002). A família Phytoseiidae abriga as mais importantes espécies de ácaros predadores, que apresentam alta eficiência e ampla distribuição nos ecossistemas tropicais e subtropicais (Moraes, 2002; Gerson et al., 2003).

No Brasil, *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) vem sendo muito estudado atualmente (Watanabe et al., 1994; Silva et al., 2005; Oliveira et al., 2007a, b, 2009; Fadini et al., 2010). Esse predador é frequentemente encontrado associado ao ácaro-rajado em cultivos de morangueiro no Estado de Minas Gerais, principalmente em cultivos não mais explorados economicamente e sem pulverizações de acaricidas sintéticos (Fadini et al. 2004). *P. macropilis* apresenta características desejáveis como agente de controle em programas de controle biológico aplicado como: ciclo de vida mais curto se comparado ao ácaro-rajado (Prasad, 1967; Fadini et al., 2004), alta taxa de predação em casa de vegetação e capacidade para controlar populações locais do ácaro-rajado, mesmo quando liberado depois que a praga se apresenta em altas densidades populacionais (Oliveira et al., 2009).

Entretanto, o controle químico aplicado em campo para controlar quer seja o ácaro-rajado, outros insetos e ácaros pragas ou doenças do morangueiro pode interferir negativamente na efetividade de *P. macropilis* que é susceptível a pesticidas, como ocorre com outros inimigos naturais (Rock, 1979; Croft & Whalon, 1982; Croft, 1990). Uma alternativa a esse inconveniente seria a

seleção de indivíduos resistentes aos principais acaricidas por meio de coletas em áreas de cultivos convencionais. A partir das coletas poderiam constituir criações massais a partir de indivíduos comprovadamente resistentes a fim de se formar populações resistentes do predador e posteriormente liberá-las em campo onde se faça necessário o controle do ácaro-rajado. Essa prática se baseia na hipótese de que há forte pressão de seleção em cultivos convencionais devido à aplicação sistemática de produtos de mesmo ingrediente ativo visando o controle do ácaro-rajado, o que selecionaria também predadores resistentes.

Poder-se-ia implementar, então, o manejo integrado do ácaro-rajado aliado a liberação de indivíduos resistentes do ácaro predador *P. macropilis*. Dessa forma, a utilização de acaricidas, quando necessário, não teria efeito tão maléfico sobre este predador. Com o passar do tempo estes predadores poderiam colonizar a área cultivada reduzindo a necessidade do uso de acaricidas. Logo, a seleção de indivíduos resistentes a acaricidas é uma estratégia potencialmente importante, pois possibilitaria a manutenção dos predadores em campo e possibilitaria realizar o manejo integrado do ácaro-rajado, fazendo-se uso da aplicação do controle químico em algumas ocasiões que se façam necessárias com menor risco de se exterminar toda a população do predador. Contribuindo para a integração dos métodos de controle, objetivando desenvolver um sistema de manejo que evite problemas como a ressurgência do ácaro-rajado, e principalmente, possibilitando a expansão do uso do controle biológico do ácaro-rajado em cultivos de morangueiro.

Nesta dissertação avaliou-se a possível resistência a abamectina e dimetoato em duas populações de *P. macropilis*. Avaliou-se também a presença

de custo adaptativo associada à resistência desses dois compostos. Para tanto, se trabalhou com indivíduos do ácaro predador *P. macropilis* coletados em duas regiões e que estavam presentes em cultivos manejados com estratégias diferentes. Uma população foi proveniente de cultivos convencionais de morangueiro no município de Barbacena-MG, onde se fazia aplicações semanais de pesticidas. A outra população foi proveniente de casas de vegetação no *campus* da Universidade Federal de Viçosa (UFV-Viçosa) que eram livres de aplicação dos acaricidas abamectina e dimetoato.

A escolha dos acaricidas abamectina e dimetoato para os testes se deve ao fato de que os mesmos são os acaricidas mais utilizados para o controle do ácaro-rajado na região de Barbacena e Sul de Minas, que são as maiores regiões produtoras de morango do país.

No capítulo 2, foi estudada a toxicidade letal dos acaricidas abamectina e dimetoato sobre indivíduos de duas populações distintas de *P. macropilis*. Os indivíduos da população coletada em Barbacena são resistentes a dimetoato se comparado aos coletados em Viçosa.

No capítulo 3, foi estudada a taxa instantânea de crescimento populacional ( $r_i$ ) com concentrações inferiores a CL1 para dimetoato e aspectos comportamentais como: taxa de predação e forrageamento de indivíduos de *P. macropilis* das duas populações a fim de se avaliar possíveis custos adaptativos relacionados a resistência. Foi utilizado um olfatômetro para avaliar a capacidade de ambas as populações de *P. macropilis* de forragear voláteis de plantas infestadas com o ácaro-rajado. As variáveis observadas não diferiram entre as populações avaliadas.

## **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (**FAPEMIG**) pelo financiamento do projeto de pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) pela bolsa de mestrado.

## Referências

- Cranham, J.E.; Helle, W. 1985. Pesticide resistance in Tetranychidae. In: Helle, W.; Sabelis, M.W. (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. & Whalon; M.E. 1982. Selective toxicity of pyrethroid insecticides to arthropod natural enemies and pests of agricultural crops. *Entomophaga*. 27, 3-21.
- Fadini, M.A.M.; Venzon, M.; Oliveira, H.G.; Pallini, A.; Vilella, E. F. 2010. Response of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Banks) to volatiles produced by strawberry plants in response to attack by tetranychid mites (Acari: Phytoseiidae: Tetranychidae). *Neotropical Entomology*. 39, 1-5.
- Fadini, M.A.M.; Venzon, M.; Pallini, A.; Oliveira; H.G. 2004. Manejo ecológico de ácaros fitófagos na cultura do morangueiro. In: Livro de palestras do 2º Simpósio Nacional do Morango. Pelotas, RS.: Embrapa. 1, 79-100.
- Gerson, U.; Smiley, R.L.; Ochoa, R. 2003. Mites (acari) for pest control. Oxford: Blackwell Science. 539 p.
- Gotoh, T.; Bruin, J.; Sabelis, M.W.; Menken, S.B.J. 1993. Host race formation in *Tetranychus urticae*: genetic differentiation, host plant preference and mate choice in a tomato and a cucumber strain. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 68, 171-178.
- Helle, W. & Sabelis, M.W. 1985. Spider mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier. 405 p.
- Moraes, G.J. 1991. Controle biológico de ácaros fitófagos. Informe



- Agropecuário. 15, 53-55.
- Moraes, G.J. 2002. Controle biológico de ácaros fitófagos com predadores. In: Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. (eds.). Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores, São Paulo: Manole. 626 p.
- Moraes, G.J. & Flechtmann, C.H.W. 2008. Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Holos. Ribeirão Preto. 288p.
- Nauen, R.; Stumpf, N.; Elbert, A.; Zebitz, C.P.W.; Kraus, W. 2001. Acaricide toxicity and resistance in larvae of different strains of *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). Pest Management Science. 57, 253-261.
- Oliveira, H.G.; Duarte, V.; Fadini, M.A.M.; Pallini, A. 2007a. Períodos de ausência de presas e estabilidade do controle do ácaro-rajado. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 42, 1207-1209.
- Oliveira, H.G.; Janssen, A.; Pallini, A.; Venzon, M.; Fadini, M.; Duarte, V. 2007b. A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Biological Control. 42, 105-109.
- Oliveira, H.G.; Fadini, M.A.M.; Venzon, M.; Rezende, D.; Rezende, F.; Pallini, A. 2009. Evaluation of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of the two-spotted spider mite on strawberry plants under greenhouse conditions. Experimental and Applied Acarology. 47, 275-283.
- Prasad, V. 1967. Biology of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* in Hawaii (Acarina: Phytoseiidae). Annals of the Entomological Society of America. 60,

905-908.

- Rock, G.C. 1979. Relative toxicity of two synthetics pyrethroids to a predator *Amblyseius fallacis* and its prey *Tetranychus urticae*. *Journal of Economic Entomology*. 72, 293-294.
- Shrewsbury, P.M. & Hardin, M.R. 2003. Evaluation of predatory mite (Acari: Phytoseiidae) releases to suppress spruce spider mites, *Oligonychus ununguis* (Acari: Tetranychidae), on juniper. *Journal of Economic Entomology*. 96, 1675-1684.
- Silva, F.R.; Vasconcelos, G.J.N.; Gondim Jr, M.G.C.; Oliveira, J.V. 2005. Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology*. 34, 291-296.
- Thongtab, T.; Chandrapatya, A.; Baker, G.T. 2001. Biology and efficacy of the predatory mite *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acari, Phytoseiidae) as a biological control agent of *Eotetranychus cendanai* Rimando (Acari, Tetranychidae). *Journal of Applied Entomology*. 125, 543-549.
- Watanabe, M. A.; Moraes, G.J.; Gastaldo Jr, I.; Nicolella, G. 1994. Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. *Agricultural science*. 51, 75-81.

**CAPÍTULO 2: TOXICIDADE LETAL DE ACARICIDAS  
AO ÁCARO PREDADOR *Phytoseiulus macropilis* (BANKS)  
(ACARI: PHYTOSEIIDAE)**

**Resumo**

Estudos recentes comprovaram que o ácaro predador *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) possui potencial para ser utilizado em programas de controle biológico aplicado do ácaro-rajado *Tetranychus urticae*. A presença de *P. macropilis* também já foi verificada em baixas densidades em cultivos convencionais com aplicação de pesticidas. Apesar de estudos demonstrarem que esse predador é susceptível aos principais acaricidas utilizados no controle químico do ácaro-rajado. Entretanto, hipotetizou-se então que algumas populações deste ácaro predador, devido a pressão seletiva exercida pelos acaricidas, possa ser resistente aos ingredientes ativos utilizados em cultivo de morangueiro. O objetivo deste trabalho foi avaliar se há resistência em indivíduos de *P. macropilis* aos acaricidas abamectina e dimetoato em duas populações. Uma população foi proveniente de cultivos convencionais de morangueiro e a outra encontrada em casa de vegetação no *campus* da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Indivíduos destas populações foram avaliados quanto a toxicidade letal dos acaricidas abamectina e dimetoato. Os acaricidas foram aplicados através de torre de Potter. O efeito letal foi avaliado após 24 horas através da proporção de indivíduos mortos em relação a população total. Conclui-se que a população coletada em Barbacena é resistente em relação à população coletada em Viçosa para o produto dimetoato. A seleção destes indivíduos e o cruzamento entre eles poderiam

levar à produção de populações resistentes a serem aplicadas em cultivos comerciais de morangueiro.

Palavras-chave: Phytoseiidae, susceptibilidade, resistentes, manejo integrado de pragas

### **Introdução**

Os ácaros predadores são considerados os inimigos naturais mais eficientes no controle biológico aplicado de ácaros praga (Moraes, 1991, 2002). A família Phytoseiidae é uma das principais famílias de ácaros predadores sendo que até o ano de 2004 já eram descritas mais de 2.250 espécies, das quais 140 já relatadas no Brasil (Moraes et al., 2004). A utilização de ácaros predadores em sistemas de produção comercial ainda é limitada devido à falta de informação dos produtores sobre a eficiência destes organismos no controle de pragas e a baixa disponibilidade de predadores no mercado nacional. Outro entrave para utilização desses predadores em programas de manejo integrado de pragas é a baixa incidência de resistência dos ácaros predadores aos acaricidas e inseticidas empregados para o controle químico de ácaros praga (Oliveira et al., 2009). Um dos efeitos maléficos dos pesticidas sobre o predador e desfavorável ao produtor agrícola é o desequilíbrio entre populações de ácaros predadores e praga, o que provoca um incremento no crescimento populacional da praga em detrimento do predador (Pozzebon et al., 2002).

Assim, para minimizar os efeitos negativos do controle químico sobre o controle biológico e proporcionar a manutenção dos ácaros predadores em campo, deve-se buscar a integração das estratégias para que se possa mitigar

as deficiências dos métodos de controle e obter um manejo ecológico e economicamente viável (Polleti et al., 2008). Para integração dessas estratégias, uma possibilidade é a identificação, multiplicação e aplicação de inimigos naturais resistentes a um ou mais pesticida.

Embora a resistência aos inseticidas não seja frequente em inimigos naturais (Georghiou & Lagunes-Tejeda, 1991), são conhecidos casos de resistência em ácaros predadores da família Phytoseiidae (Hoy, 1990). Casos de resistência foram relatados para as seguintes espécies: *Amblyseius fallacis* (Garman), *Metaseiulus occidentalis* Nesbitt, *Typhlodromus pyri* Scheuten, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Croft & Strickler, 1983; Hoy, 1985).

Alguns fatores intrínsecos a determinadas espécies de ácaros fitoseídeos como taxas reprodutivas elevadas e produção de machos haplóides podem favorecer o aumento da frequência relativa de indivíduos resistentes a pesticidas (Croft & Van de Baan 1988; McMurtry & Croft, 1997). Análises genéticas com *Galendromus occidentalis* (Nesbitt), espécie que se reproduz por pseudo-arrenotoquia, demonstram que os machos herdaram de suas mães a resistência a inseticidas carbamatos (Roush & Hoy, 1981). Nos Estados Unidos e em países da Europa a resistência de *P. persimilis* tem sido explorada para maximizar o controle do ácaro-rajado em cultivos protegidos de ornamentais (Zhang, 2003).

Como *P. persimilis* não ocorre naturalmente em países de clima tropical como o Brasil, tem-se trabalhado com os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) (McGregor) (Sato et al., 2002; Poletti et al., 2007) e *P. macropilis* (Watanabe et al., 1994; Silva et al., 2005; Oliveira et al., 2009; Fadini et al., 2010). Foi constatada tolerância de *N. californicus* a vários

pesticidas como fenpropatrina, beta-cipermetrina, metomil, piretróides acrinatrina, deltametrina e o organofosforado dimetoato, além de fenpiroximate, propargite, enxofre e benomil (Polleti et al. 2008, Sato et al. 2002, Silva & Oliveira 2006), já *P. macropilis* é bastante susceptível a pesticidas (Polleti et al., 2008) como abamectina e dimetoato (Oliveira, 2006). Porém *N. californicus* tem menor capacidade de predação do ácaro-rajado em relação a *P. macropilis*, sendo *P. macropilis* mais eficiente no controle de *T. urticae* (Oliveira et al., 2007, 2009).

Logo uma estratégia que contribuiria com a preservação de *P. macropilis* em áreas de produção comercial seria a seleção de indivíduos resistentes a pesticidas. Apesar da susceptibilidade de indivíduos de *P. macropilis* a pesticidas, tem-se observado a ocorrência desta espécie, em baixas densidades, em cultivos convencionais de morango que são pulverizados com acaricidas no município de Barbacena (Fadini et al., 2004). Tal fato deve-se, aparentemente, a presença de alguns indivíduos resistentes aos pesticidas utilizados.

Tendo como fundamento a ocorrência de *P. macropilis* em cultivos tratados convencionalmente, formulou-se a hipótese de que populações de *P. macropilis* presentes em cultivos pulverizados com acaricidas foram selecionados para a resistência a tais produtos.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar se há ocorrência de resistência aos acaricidas abamectina e dimetoato em populações de *P. macropilis* coletados em cultivos convencionais de morango no município de Barbacena e no *campus* da UFV-Viçosa.

## **Material e Métodos**

### **Coleta de populações de ácaros**

Foram coletadas duas populações de *P. macropilis*. A primeira foi proveniente do *campus* da Universidade Federal de Viçosa-UFV em casas de vegetações não exploradas economicamente e livres de aplicação dos acaricidas abamectina e dimetoato. A segunda população foi coletada durante o ano de 2009 em cultivos convencionais de morangueiro no município de Barbacena, MG, onde se faziam aplicações semanais de abamectina para o controle do ácaro-rajado.

Em campo, coletou-se folhas de morangueiro que foram colocadas em sacos de papel e acondicionados em caixas térmicas contendo Termo Gel<sup>®</sup> e transportados para o laboratório de Acarologia da UFV para triagem. No laboratório, o material coletado foi observado em microscópio estereoscópico para identificação dos ácaros predadores e os indivíduos pertencentes à espécie *P. macropilis* foram transferidos para arenas de criação.

### **Criação dos ácaros em laboratório**

Para que as populações fossem mantidas sem contaminação, isto é, isoladas uma da outra, as mesmas foram mantidas em BODs separadas a  $25 \pm 1$  °C,  $60 \pm 5\%$  de UR e fotoperíodo de 14 horas. As populações do ácaro predador *P. macropilis* foram criadas sobre folhas de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.). As folhas foram destacadas das plantas de feijão e colocadas com a face abaxial voltada para cima sobre espuma plástica de aproximadamente 3,0 cm de espessura, embebida em água, dentro de caixas do tipo Gerbox<sup>®</sup> (3,5 x 11,5 x 11,5 cm). Sobre as folhas foram adicionadas

fêmeas de ácaro-rajado, que serviam de alimento para o ácaro predador *P. macropilis*. As bordas das folhas foram circundadas com faixas de algodão umedecido para evitar a fuga dos ácaros. Os predadores eram trocados de arena quando a folha de feijoeiro perdia a turgidez e/ou quando a população do ácaro-rajado estava baixa.

Para a criação do ácaro-rajado, plantas de *Phaseolus vulgaris* L. foram cultivadas em casa de vegetação e a cada cinco dias novas plantas eram colocadas para a manutenção da criação. Semanalmente, as folhas que estavam com alta infestação do fitófago eram destacadas e utilizadas para a manutenção da criação do predador em laboratório.

### **Toxicidade letal**

As concentrações letais (CL) dos acaricidas abamectina (18 CE, Syngenta, Paulínia) do grupo das avermectinas e dimetoato (500 CE, Nortox S.A., Uberaba) do grupo dos organofosforados, foram determinadas para as duas populações de *P. macropilis* de Barbacena e Viçosa. Cada população de *P. macropilis* e cada acaricida foram avaliados em experimentos independentes. Para confecção das arenas, foram utilizados discos de folhas de morangueiro de 3,0 cm de diâmetro sobre placas de Petri de plástico ( $\varnothing = 3,5$  cm; altura = 2,0 cm altura) contendo uma solução de ágar. Ao redor dos discos, foi retirado o excesso de ágar e o espaço formado foi preenchido com água destilada para impedir a fuga dos ácaros dos discos foliares. Subsequentemente, foram colocadas 50 fêmeas do ácaro-rajado por arena para servir de alimento as fêmeas do predador.

As arenas com os fitófagos foram mantidas durante 24 horas em câmaras



climatizadas, a posteriori foram pulverizadas com uso de torre de Potter (Burkard Manufacturing, Rickmansworth, Herts, Inglaterra) calibrada a uma pressão de 0,34 bar (5 psi) com um volume de 2,5 ml de solução para cada repetição. Foram seguidas as recomendações da Organização Internacional para o Controle Biológico de Plantas e Animais Nocivos/Região Ocidental do Ártico (IOBC/WPRS) durante a execução dos experimentos. Foram avaliadas seis concentrações para abamectina: 3,6; 18; 36; 144; 270 e 360 mg i.a/L e seis para dimetoato: 0,00031; 0,00062; 0,0031; 0,015; 1; 2 e 2,5 mg i.a/L, o controle de ambos foi pulverizado com água destilada. Depois de pulverizados, os discos foram colocados para secar por uma hora e foram transferidas para estes 10 fêmeas adultas de *P. macropilis*, por repetição, de aproximadamente oito dias de idade provenientes das criações de manutenção. As arenas foram mantidas em sala climatizada sob condições controladas ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 14 horas de fotofase). A avaliação de mortalidade foi realizada após 24 horas do início do teste. Foram considerados mortos, os ácaros predadores que não conseguiam se locomover por uma distância mínima equivalente ao comprimento do seu corpo ao serem tocados com um pincel de pêlo macio (Stark et al., 1997).

As concentrações utilizadas nos bioensaios foram selecionadas após testes preliminares com uma ampla faixa de concentração, permitindo a seleção do limite inferior e superior de concentração que provoca a mortalidade mínima e máxima do predador de ambas às populações para cada acaricida. Os dados de mortalidade obtidos foram submetidos à análise de Probit para estimativas das curvas de concentração-mortalidade resposta (SAS Institute, 2002).

## Resultados

Os resultados obtidos nos testes toxicológicos, utilizando concentrações crescentes dos produtos abamectina e dimetoato, mostraram que os indivíduos de *P. macropilis* provenientes da população coletada em Barbacena são resistentes em relação aos coletados em Viçosa para o acaricida dimetoato, sendo a razão de resistência de 9,4 o que é considerado um nível baixo de resistência (Tabela 1).

## Discussão

Os predadores coletados em cultivos convencionais de morangueiro na região de Barbacena foram resistentes ao dimetoato em relação aos predadores coletados em área livre de aplicação do pesticida no *campus* da UFV, no entanto a resistência encontrada é considerada baixa. O mesmo não ocorreu para abamectina, uma razão para isto é a diferença entre os acaricidas testados, com relação ao modo de ação. Logo, para que ocorresse resistência a abamectina nos indivíduos da população de Barbacena, os mesmos teriam que possuir resistência múltipla, ou seja, quando pelo menos dois diferentes mecanismos de resistência coexistentes e conferem resistência a dois ou mais compostos químicos. A resistência múltipla tem sido encontrada com frequência em populações de *P. persimilis* coletadas em campo em alguns países da Europa (Croft, 1990). Porém este tipo de resistência não ocorreu para os indivíduos de *P. macropilis* testados neste trabalho.

Casos de resistência de ácaros fitoseídeos também foram relatados para as espécies *Amblyseius fallacis* (Garman), *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt), *Phytoseiulus persimilis* e *Typhlodromus pyri* (Scheuten) (Croft & Strickler, 1983;

Hoy, 1985). Isto pode ser explicado porque algumas espécies de ácaros fitoseídeos apresentam fatores intrínsecos como taxas reprodutivas elevadas, pseudo-arrenotoquia que favorece aumento da densidade gênica de indivíduos resistentes a pesticidas (Croft & Van de Baan 1988; McMurtry & Croft, 1997).

Além disso, o avanço da agricultura comercial tem provocado um aumento da exposição destes organismos a pesticidas que atuam como fator de pressão de seleção, como ocorre na região de Barbacena onde há frequentes aplicações de acaricidas. Logo, esta resistência pode estar associada à constante pressão de seleção por frequentes aplicações de acaricidas realizadas nos cultivos daquela região.

No local onde foi feita a coleta desses predadores, as plantações de morango passavam por aplicações semanais de abamectina para o controle do ácaro-rajado. Aplicações de dimetoato não foram relatadas pelo produtor. Porém, a resistência encontrada pela população de Barbacena a dimetoato pode ser explicada pelo fato de haver aplicação desse produto nesta região, levando em consideração a dinâmica de metapopulações apresentada por *P. macropilis*, ou seja, subpopulações que coexistem em uma escala regional. Logo, estes indivíduos resistentes podem ser resultados da pressão de seleção exercida pela aplicação de dimetoato em plantações vizinhas.

A variabilidade nas respostas dos ácaros fitoseídeos a pesticidas de largo espectro de ação, relaciona-se com o histórico do número de pulverizações realizado em campo (Hoy, 1985). Nesse sentido, a ocorrência da variabilidade intraespecífica a cipermetrina, permetina, fenvalerato e fluvalinato em populações de *Amblyseius womersleyi* (Schicha) relaciona-se com o número de aplicações desses produtos realizados em campo conforme encontrado por

Mochizuki (1994).

O mecanismo pela qual os indivíduos de *P. macropilis* da população de Barbacena expressaram resistência a dimetoato é ainda desconhecido. Os possíveis mecanismos que podem ter expressado a resistência são: produção mais acelerada ou em maior concentração de enzimas de destoxificação, redução na sensibilidade do sítio de ação, aumento da excreção ou diminuição na penetração cuticular dentre outros (Carriere et al., 1994; Mutero et al., 1994).

A utilização de predadores resistentes é uma alternativa sustentável, já que, o objetivo da utilização de predadores resistentes não é aumentar o uso de pesticidas. Mas, diminuir o efeito dos mesmos sobre o predador em casos onde o controle biológico não for suficiente para reduzir a população da praga abaixo do nível de dano. Desse modo, os predadores seriam preservados e posteriormente poderiam colonizar a área cultivada e proporcionar uma menor necessidade do uso de acaricidas.

A resistência do ácaro predador a um ou mais acaricida-inseticida como o dimetoato também é vantajosa, por exemplo, quando o agricultor necessita controlar outras pragas além do ácaro-rajado, como pulgões das espécies *Aphis forbesi* (Weed) ou *Capitophorus fragaefolii* (Cockerell), que coexistem na cultura do morangueiro (Sato et al., 2002). Como foi encontrado por esses autores, o controle químico pode ser realizado sem afetar a população do predador.

Pouco se tem aplicado do conhecimento de organismos benéficos resistentes a pesticida em termos comerciais. A aplicação dessa técnica por um lado poderia ser tomada inicialmente como um incentivo à aplicação desenfreada de pesticidas, o que geraria mais danos ao meio ambiente. Mas, por outro lado, poderia representar o aumento da população de indivíduos

resistentes em campo auxiliando um controle eficiente e para a não necessidade de se fazer aplicação de pesticidas, já que isto significaria também uma diminuição real na população de *T. urticae* em campo. Por tanto, esses resultados representam uma alternativa adequada e que deve ser melhor explorada para o caso de produção de morangueiro e hortaliças que são muito atacadas por *T. urticae* e conseqüentemente, expostas a aplicações frequentes de acaricidas.

Considerando-se o possível custo adaptativo da resistência, no capítulo subsequente será feita uma análise do tema em relação ao crescimento populacional, potencial de forrageamento e predação para os ácaros predadores resistentes em relação aos susceptíveis.

### **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais **(FAPEMIG)** pelo financiamento do projeto de pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior **(CAPES)** pela bolsa de estudo.

## Referências

- Carriere, Y.; Deland, J.P.; Roff, O.A.; Vincent, C. 1994. Life history costs associated with the evolution of insecticide resistance. *Proceedings of the Royal Society B*. 258, 35-40.
- Croft, B.A. 1990. *Arthropod biological control agents and pesticides*. New York, Wiley Interscience. 723 p.
- Croft, B.A. & Strickler, K.A. 1983. Natural enemy resistance to pesticides: documentation, characterization, theory and application. In: Georghiou, G.P. & Saito, T. (eds.) *Pest resistance to pesticides*. New York, Plenum. 809 p.
- Croft, B.A. & Van De Baan, H.E. 1988. Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseiid mites. *Experimental and Applied Acarology*. 4, 277-300.
- Fadini, M.A.M.; Venzon, M.; Oliveira, H.G.; Pallini, A.; Vilella, E. F. 2010. Response of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Banks) to volatiles produced by strawberry plants in response to attack by tetranychid mites (Acari: Phytoseiidae: Tetranychidae). *Neotropical Entomology*. 39, 1-5.
- Fadini, M.A.M.; Venzon, M.; Pallini, A.; Oliveira; H.G. 2004. Manejo ecológico de ácaros fitófagos na cultura do morangueiro. In: Livro de palestras do 2º Simpósio Nacional do Morango. Pelotas, RS.: Embrapa. 1, 79-100.
- Georghiou, G.P. & Lagunes-Tejeda, A. 1991. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. Rome: FAO. 318 p.
- Hoy, M.A. 1985. Recent advances in genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae. *Annual Review Entomology*. 30, 345-370.

- Hoy, M.A. 1990. Pesticide resistance in arthropod natural enemies: variability and selection responses. In: Roush, R.T.; Tabashnik, B.E. (eds.) Pest resistance in arthropods. New York: Chapman and Hall. 303 p.
- McMurtry, J.A. & Croft, B.A. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annual Review of Entomology. 42, 291-321.
- Mochizuki, M. 1994. Variations in insecticide susceptibility of predatory mite, *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acarina: Phytoseiidae) in tea fields of Japan. Applied Entomology and Zoology. 29, 203-209.
- Moraes, G.J. 1991. Controle biológico de ácaros fitófagos. Informe Agropecuário. 15, 53-55.
- Moraes, G.J. 2002. Controle biológico de ácaros fitófagos com predadores. In: Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. (eds.). Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores, São Paulo: Manole. 626 p.
- Moraes, G.J.; McMurtry, J.A.; Denmark, H.A.; Campos, C.A. 2004. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. Zootaxa. 434, 1-494.
- Mutero, A.; Pralavorio, M.; Bride, J.M.; Fournier, D. 1994. Resistance associated point mutations in insecticide-insensitive acetylcholinesterase. Proceedings of National Academy of Science. 91, 5922-5926.
- Oliveira, H. 2006. How to realize the potential of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* to control two-spotted spider-mites in strawberry? 64p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Oliveira, H.G.; Fadini, M.A.M.; Venzon, M.; Rezende, D.; Rezende, F.; Pallini, A. 2009. Evaluation of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Acari:

- Phytoseiidae) as a biological control agent of the two-spotted spider mite on strawberry plants under greenhouse conditions. *Experimental and Applied Acarology*. 47, 275-283.
- Oliveira, H.G.; Janssen, A.; Pallini, A.; Venzon, M.; Fadini, M.; Duarte, V. A. 2007. A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*. 42, 105-109.
- Poletti, M. 2007. Integração das estratégias de controle químico e biológico para a conservação e liberação dos ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em programas de manejo do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). 163p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Poletti, M.; Collette, L. de P.; Omoto, C. 2008. Compatibilidade de agrotóxicos com os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *BioAssay*. 3, 1-14.
- Pozzebon, A.; Duso, C.; Pavanetto, E. 2002. Side effects of some fungicides on phytoseiid mites (Acari, Phytoseiidae) in north-italian vineyards. *Journal of Pest Science*. 75, 132-136.
- Roush, R.T & Hoy, M.A. 1981. Genetic improvement of *Metaseiulus occidentalis*: selection with methomyl, dimethoate, and carbaryl and genetic analysis of carbaryl resistance. *Journal Economic Entomology*. 74, 138-141.
- SAS Institute. 2002. SAS/STAT User's Guide: Statistics, version 9.0. SAS



Institute, Cary, NC, USA.

- Sato, M.E.; Silva, M. da; Gonçalves, L.R.; Souza filho, M.F. de; Raga, A. 2002. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. *Neotropical Entomology*. 31, 449-456.
- Silva, F.R.; Vasconcelos, G.J.N.; Gondim Jr, M.G.C.; Oliveira, J.V. 2005. Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology*. 34, 291-296.
- Stark, J.D.; Tanigoshi, L.; Bounfour, M.; Antonelli, A. 1997. Reproductive potential: Its influence on the susceptibility of a species to pesticides. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 37, 273-279.
- Teodoro, A.V.; Fadini, M.A.M.; Lemos, W.P.; Guedes, R.N.C.; Pallini, A. 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. *Experimental and Applied Acarology*. 36, 61-70.
- Venzon, M.; Rosado, M.C.; Pinto, C.M.F.; Duarte, V.S.; Eusébio, D.E.; Pallini, A. 2006. Potencial de defensivos alternativos para o controle do ácaro-branco em pimenta "Malagueta". *Horticultura Brasileira*. 24, 224-227.
- Watanabe, M.A.; Moraes, G.J.; Gastaldo Jr., I.; Nicolella, G. 1994. Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. *Agricultural science*. 51, 75-81.
- Zhang, Z.Q. 2003. Mites of greenhouses: identification, biology and control.

London: CABI Publishing. 244p.

## Tabelas e Figuras

**Tabela 1-** Toxicidade de abamectina e dimetoato a indivíduos de *P. macropilis* das populações de Viçosa e Barbacena.

Acaricida	Populações de <i>P. macropilis</i>	Inclinação da reta ( $\pm$ EP)	CL 50 (95% intervalo de confiança) mg i.a/L	CL 95 (95% intervalo de confiança) mg i.a/L	Razão de resistência (95% intervalo de confiança) mg i.a/L	$\chi^2$	p
Abamectina	Viçosa	2,23 $\pm$ 0,31	19,63(14,31- 26,39)	107,32(70,75 - 207,00)	–	12,49	0,70
	Barbacena	2,15 $\pm$ 0,26	18,26(13,13 - 24,55)	106,02(69,40- 206,98)	1,07(0,65- 1,84)	12,16	0,73
Dimetoato	Viçosa	1,97 $\pm$ 0,27	1,11(0,78 - 1,62)	7,59( 4,44 - 17,90)	–	15,79	0,46
	Barbacena	1,12 $\pm$ 0,14	10,51(5,87- 21,05)	305,71(113,96- 1411)	9,40(6,35- 13,34)	12,88	0,68

EP: erro padrão da média, CL<sub>50</sub>: concentração letal que mata 50% dos indivíduos, CL<sub>95</sub>: concentração letal que mata 95% dos indivíduos,  $\chi^2$ ; qui-quadrado, mg i.a/L: miligramas de ingrediente ativo por litro

**CAPÍTULO 3: A RESISTÊNCIA AO ACARICIDA DIMETOATO EM  
*Phytoseiulus macropilis* (BANKS) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) POSSUI  
CUSTO ADAPTATIVO ASSOCIADO?**

**Resumo**

A resistência a inseticidas não é muito frequente em inimigos naturais já que os mesmos nem sempre estão expostos a alta pressão seletiva como as pragas. Mas, mesmo assim, atualmente são conhecidos vários casos de resistência a acaricidas em ácaros predadores da família Phytoseiidae. Fatores intrínsecos a determinadas espécies de ácaros podem favorecer o aumento da frequência relativa de indivíduos resistentes a pesticidas em gerações futuras. No capítulo anterior foi constatada resistência de indivíduos de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari:Phytoseiidae) provenientes de populações do município de Barbacena-MG ao acaricida dimetoato. Porém, especula-se sobre os possíveis custos adaptativos da resistência em inimigos naturais o que os tornaria menos aptos ao controle de pragas em relação a organismos susceptíveis no tocante a habilidades reprodutivas e comportamentais. O objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento populacional e aspectos comportamentais do ácaro predador *P. macropilis* de populações resistentes e susceptíveis com intuito de verificar a ocorrência de um possível custo adaptativo. Não houve diferença entre as populações em relação a taxa instantânea de crescimento populacional ( $r_i$ ), taxa de predação e capacidade de forrageamento quando exposta a odores de plantas infestadas com o ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em relação à população susceptível. Assim, pode-se concluir que para indivíduos de *P. macropilis*

resistentes a dimetoato não apresenta custo adaptativo. Logo, esses indivíduos resistentes podem ser utilizados com eficiência em programas de controle biológico do ácaro-rajado.

Palavras-chave: Ácaros fitoseídeos, variáveis biológicas, voláteis, fecundidade.

### Introdução

O ácaro predador *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari:Phytoseiidae) é um eficiente inimigo natural do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae) em vários sistemas de produção agrícola como em hortaliças, ornamentais e fruteiras (Ali, 1998; Oliveira et al., 2007). Esse predador possui alta taxa de predação, desenvolvimento rápido se comparado à praga, capacidade de detectar voláteis de plantas infestadas e altas taxas de crescimento populacional quando se alimenta do ácaro-rajado, mostrando-se capaz de controlar populações locais desta praga (Watanabe, 1994; Oliveira et al., 2007, 2009).

No entanto, a utilização de *P. macropilis* pode ser prejudicada pelo uso do controle químico (Rock, 1979; Croft & Whalon, 1982; Croft, 1990). Segundo Oliveira (2006), os acaricidas abamectin e dimetoato são mais prejudiciais a *P. macropilis* que à praga *T. urticae*. Ainda segundo este mesmo autor, os predadores que sobreviveram à aplicação desses acaricidas apresentaram baixas taxas de crescimento populacional em relação ao ácaro-rajado quando expostos as mesmas doses de acaricidas e tornaram-se também incapazes de detectar voláteis de plantas infestadas com o ácaro-rajado. Este último aspecto é algo importante a se considerar para um eficiente controle de pragas, pois,

plantas quando infestadas por fitófagos induzem a produção de voláteis que atraem inimigos naturais (Dicke et al., 1998; Dicke et al., 2003; Arimura et al., 2005). O reconhecimento desses voláteis pelo inimigo natural é importante para o sucesso do controle biológico. Isto porque é através do reconhecimento dos voláteis produzidos pelas plantas que o predador consegue encontrar as populações locais da praga e por conseguinte predá-las. Se esta capacidade do predador for afetada o mesmo pode não encontrar alimento e morrer sem conseguir chegar as plantas infestadas pela praga, pois os mesmos se guiam pelo odor de plantas atacadas.

Como o controle químico é a forma de manejo mais utilizada atualmente para o controle do ácaro-rajado em cultivos de morangueiro, uma maneira de incrementar e estabilizar populações de *P. macropilis* neste sistema produtivo seria a multiplicação e liberação de indivíduos resistentes em campo. Segundo Polleti et al. (2008) a integração de estratégias de controle químico e biológico poderia mitigar as deficiências de cada forma de controle e obter um manejo ecologicamente e economicamente viável. A seleção de populações resistentes a pesticidas do ácaro predador *P. macropilis* é uma estratégia importante, pois possibilitaria a manutenção dos predadores em campo quando for necessário a utilização do controle químico. Nessas condições, a presença do predador em campo após a aplicação do controle químico evitaria problemas como a ressurgência de pragas.

Em estudos realizados com provas de bioensaios com duas diferentes populações de *P. macropilis* foi constatada a resistência de indivíduos de *P. macropilis* ao acaricida dimetoato (Cap. 2). Vários autores relacionam a resistência a um custo adaptativo desta nos organismos resistentes (Roush &

McKenzie 1987, McKenzie & Batterham 1994, Haubruge & Arnaud 2001) deve-se então avaliar se o mesmo estaria presente nestes indivíduos resistentes e se este custo poderia se expressar interferindo no crescimento populacional e no comportamento do predador. Estudos demonstraram que o custo adaptativo pode se expressar através de variáveis biológicas como o tempo de desenvolvimento e fecundidade (Georghiou, 1972; Roush & McKenzie, 1987) e em outras características importantes para sobrevivência e reprodução, como aspectos comportamentais e de predação (Franco et al., 2007).

Devido à importância do crescimento populacional e comportamento de predação e forrageamento no desempenho do predador como o agente de controle biológico de pragas, neste capítulo foi avaliado se a custo adaptativo da resistência em indivíduos de *P. macropilis*.

## **Material e Métodos**

### **Populações de ácaros**

Foram criadas duas populações de *P. macropilis*. A primeira foi proveniente do *campus* da Universidade Federal de Viçosa-UFV onde predadores foram coletados de casas de vegetações não exploradas economicamente e livres de aplicação dos acaricidas abamectina e dimetoato. A segunda população foi formada a partir da coleta de predadores ocorrida durante o ano de 2009 em cultivos convencionais de morangueiro no município de Barbacena, MG, onde se faziam aplicações semanais de abamectina para o controle do ácaro-rajado.

Em campo, coletou-se folhas de morangueiro que foram colocadas em sacos de papel e acondicionados em caixas térmicas contendo Termo Gel<sup>®</sup> e

transportados para o laboratório de Acarologia da UFV para triagem. No laboratório, o material coletado foi observado em microscópio estereoscópico para identificação dos ácaros predadores e os indivíduos pertencentes a espécie *P. macropilis* foram transferidos para arenas de criação.

### **Criação dos ácaros em condições de laboratório**

Para que as populações fossem mantidas sem contaminação, isto é, isoladas uma da outra, as mesmas foram mantidas em BODs separadas a  $25 \pm 1$  °C,  $60 \pm 5\%$  de UR e fotoperíodo de 14 horas. As populações do ácaro predador *P. macropilis* foram criadas sobre folhas de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.). As folhas foram destacadas das plantas de feijão e colocadas com a face abaxial voltada para cima sobre espuma plástica de aproximadamente 3,0 cm de espessura, embebida em água, dentro de caixas do tipo Gerbox<sup>®</sup> (3,5 x 11,5 x 11,5 cm). Sobre as folhas foram adicionadas fêmeas de ácaro-rajado, que serviam de alimento para o ácaro predador *P. macropilis*. As bordas das folhas foram circundadas com faixas de algodão umedecido para evitar a fuga dos ácaros. As folhas de feijoeiro foram trocadas após a perda da turgidez.

Para a criação do ácaro-rajado, plantas de *Phaseolus vulgaris* L. foram cultivadas em casa de vegetação e a cada cinco dias novas plantas eram colocadas para a manutenção da criação. Semanalmente, as folhas que estavam com alta infestação do fitófago eram destacadas e utilizadas para a manutenção da criação do predador em laboratório.

### **Taxa instantânea de crescimento Populacional ( $r_i$ )**



As concentrações utilizadas foram obtidas do teste de toxicidade letal (Cap. 2) para a avaliação da ação subletal dos acaricidas abamectina e dimetoato sobre indivíduos das duas populações do ácaro predador *P. macropilis*. Foram determinadas as curvas de resposta de concentração-mortalidade, onde foram selecionadas concentrações que provocaram menos de 1% de mortalidade dos indivíduos testados. A manutenção e aplicação dos acaricidas foram feitas com a mesma metodologia do teste de efeito letal anteriormente descrito (confeção de arenas, pulverização). No entanto, o tempo de avaliação foi de cinco dias. Diariamente, foram avaliadas a sobrevivência e a fecundidade das fêmeas, o desenvolvimento e a sobrevivência das formas jovens dos ácaros predadores. Cada tratamento possuía três repetições, sendo testadas 10 fêmeas adultas de *P. macropilis* de aproximadamente oito dias de idade, por repetição, para as concentrações dos produtos abamectina e dimetoato. Foram avaliadas seis concentrações para o produto abamectina: 0,00601; 0,01202; 0,01803; 0,02404; 0,03005 e 0,03606 mg i.a/L e seis para dimetoato: 0,00722; 0,01444; 0,02166; 0,02888; 0,0361 e 0,0433 mg i.a/L. O controle foi pulverizado com água destilada.

Os ácaros foram mantidos em câmara climatizada sobre as mesmas condições descritas nos experimentos de toxicidade aguda. A avaliação do efeito subletal foi feita através da estimativa da taxa instantânea de crescimento ( $r_i$ ), pela seguinte fórmula:

$$r_i = \ln (N_f / N_0) / \Delta t$$

Onde  $N_f$  é o número final de indivíduos,  $N_0$  é o número inicial de indivíduos,  $\Delta t$  é a variação de tempo (duração do experimento, cinco dias) (Stark et al., 1997). Os valores de  $r_i$  variam similarmente como ocorre com os

da taxa intrínseca de crescimento  $r_m$  (Stark & Banks, 2003). Assim, um valor positivo de  $r_i$  significa que a população está em crescimento,  $r_i = 0$  indica que a população está estável, enquanto que um valor negativo de  $r_i$  quer dizer que a população está em declínio e em vias de extinção.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de comparação de “slope”, utilizando PROC MIXED para testar a igualdade dos coeficientes lineares das populações de *P. macropilis* de Viçosa e Barbacena (SAS Institute, 2002)

### **Taxa de predação**

A taxa de predação de indivíduos de ambas as populações de *P. macropilis* (Viçosa, Barbacena) foi obtida através da liberação do predador sobre arenas de discos de folhas de morangueiro de 3,0 cm de diâmetro sobre placas de Petri ( $\varnothing = 3,5$  cm; altura = 2,0 cm altura) contendo uma solução de ágar. Ao redor dos discos, foi retirado o excesso de ágar e o espaço formado foi preenchido com água para impedir a fuga dos ácaros dos discos foliares. A dieta oferecida consistia de indivíduos de diferentes estádios de *T. urticae* (ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto) (Thongtab et al., 2001). Para isso, 100 indivíduos de *T. urticae* de todos os estágios foram transferidos para as arenas. Subsequentemente, fêmeas do predador *P. macropilis* foram liberadas nas densidades de 1, 2, 3, 4, 5 e 10 por arena. Cada densidade possuía três repetições. O controle foi formado por indivíduos de todos os estádios de *T. urticae* sem o predador. O experimento foi avaliado após 72 horas (Thongtab et al., 2001). Os testes foram feitos separadamente utilizando a mesma metodologia para ambas as populações do predador. Os resultados dos testes

foram submetidos a análise de covariância (SAS Institute, 2002).

### **Teste de Olfatômetro**

O forrageamento de predadores das duas populações foi estudado em olfatômetro em “Y” (Sabelis & Van de Baan 1983, Pallini et al. 1997). Esse aparelho é constituído por um tubo de vidro em forma de “Y”, sendo que cada braço é conectado, através de uma mangueira de borracha, a uma caixa de acrílico transparente (50 x 36 x 43 cm). Dentro de cada caixa foram colocadas as fontes de odores. Uma bomba de ar conectada a base de um tubo de vidro formava um fluxo de ar que produzia uma corrente pela qual o predador se guiava dentro do tubo em direção a fonte de odor. A tomada de decisão ocorria quando o predador atingia e ultrapassava a junção do “Y”. A velocidade da corrente de ar no interior do olfatômetro foi mantida em 0,50 m/s em cada braço, medida por fluxômetros digitais e calibrada por registros manuais. Fêmeas adultas de *P. macropilis* foi privado de alimento por aproximadamente uma hora e posteriormente liberados e testados individualmente no olfatômetro, num total de 20 ácaros por repetição, totalizando três repetições por tratamento. A cada cinco ácaros testados, as posições das fontes de odores foram invertidas para anular qualquer interferência da luminosidade (Pallini et al., 1997). As fontes de odores foram trocadas a cada repetição para evitar pseudorepetição (Ramirez et al., 2000).

Como fontes de odores foram utilizadas mudas de morangueiro (com aproximadamente oito a 10 folhas) não infestadas e mudas infestadas com cerca de 1000 indivíduos de *T. urticae* de todos os estádios (ovos, larvas, protoninfas, deutoninfas e adultos). Foram colocadas três plantas por repetição

em cada caixa. As plantas infestadas com *T. urticae* apresentavam sintomas visíveis de infestação e presença de teias.

O experimento foi conduzido da mesma forma para as populações de *P. macropilis*, onde foi testado as seguintes fontes de odores: Planta de morangueiro infestada com *T. urticae* versus planta de morangueiro não infestada. Para avaliar a preferência de *P. macropilis* nos testes em olfatômetro, utilizou-se o teste G, a 5% de probabilidade.

### **Resultados**

A taxa instantânea de crescimento ( $r_i$ ) de indivíduos de *P. macropilis* coletados em Viçosa e Barbacena não respondeu ao aumento da concentração de dimetoato ( $F=1,35$  ,  $P=0,25$ ), e o padrão foi semelhante quando se comparou os modelos lineares de  $r_i$  dos indivíduos de Viçosa e Barbacena (PROC MIXED do SAS para a igualdade do coeficiente linear  $t_{1,37} = 0,41$   $P=0,68$ ).

A taxa de predação de *P. macropilis* não diferiu para as populações de Viçosa e Barbacena ( $gl=1$ ,  $F=0,11$  e  $P=0,75$ ) (Figura 1).

Nos testes de olfatômetro, os indivíduos de *P. macropilis* das populações de Viçosa e Barbacena preferiram a fonte de odor contendo a planta de morangueiro infestada em relação a não infestada (Figura 2 e 3).

### **Discussão**

A taxa instantânea de crescimento populacional ( $r_i$ ), e o comportamento de predação e forragemaneto *P. macropilis* avaliados não diferiram entre a população resistente e a susceptível testadas. Resultados parecidos foram

encontrados para *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) resistentes a propargite onde não foi constatada presença de custo adaptativo nas variáveis biológicas avaliadas (Franco et al., 2007).

Trabalhos de custo adaptativo associado à resistência a pesticidas têm mostrado grande variabilidade nos resultados. Linhagens de *Schizaphis graminum* (Rondani), resistentes a pelo menos cinco inseticidas organofosforados, apresentaram desvantagens reprodutivas devido ao maior período pré-reprodutivo e menor produção de descendentes (Stone et al., 2000). Comparações de parâmetros de tabela de vida e fertilidade entre as linhagens suscetível e resistente de *Aphis gossypii* (Glover) ao carbosulfam mostraram que há custo adaptativo da resistência (Konno & Omoto, 2006). Roush & Hoy (1981) constataram ausência de custo adaptativo no ácaro predador *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) resistentes a carbaril. Pozarowska (1987) não observou diferenças nos parâmetros reprodutivos entre as linhagens de *Myzus persicae* (Sultzer) resistente e suscetível a inseticidas organofosforados. Em outro extremo, Eggers-Schumacher (1983) relata que a linhagem de *M. persicae* resistente apresentou vantagens reprodutivas quando comparada à linhagem suscetível na ausência de pressão de seleção.

Muitas vezes, o custo adaptativo da resistência pode estar relacionado a outras variáveis que não foram avaliadas, o que foge do controle do pesquisador (Konno & Omoto, 2006). No presente trabalho buscou-se avaliar as variáveis que podem afetar diretamente a capacidade do predador em atuar como crescimento populacional, predação e capacidade de localizar a presa. O sucesso do agente de controle pode decrescer em consequência da queda dessas variáveis.

Portanto, para indivíduos de *P. macropilis* resistentes a dimetoato não foi encontrada a presença de custo adaptativo nas variáveis avaliadas. Este fato pode estar associado ao índice de resistência encontrado nessa população, que é considerado baixo, e logo não acarretou em custos a adaptação.

Apesar de baixa, a resistência dessa população pode ser considerada um fator importante para a manutenção do predador em campo. Assim, pode se concluir que estes indivíduos resistentes poderiam ser multiplicados e utilizados como agentes de controle biológico. Além das vantagens conferidas pela resistência como preservação em campo quando for necessário o controle químico, predadores resistentes seriam capazes de se multiplicar, preda e localizar suas presas como os demais indivíduos dessa espécie que não são resistentes. A utilização destes indivíduos em campo permitiria, em início de colonização dos predadores, a aplicação conjunta do controle químico quando se faça necessário e posteriormente estes organismos resistentes aumentariam sua população e promoveria o controle dos ácaros pragas sem a necessidade de aplicação de pesticidas.

### **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (**FAPEMIG**) pelo financiamento do projeto de pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) pela bolsa de estudo.

## Referências

- Ali, F.S. 1998. Life tables of *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Gamasida: Phytoseiidae) at different temperatures. *Experimental and Applied Acarology*. 22, 335-342
- Arimura, G.I., Kost C.; Boland, W. 2005. Herbivore-induced, indirect plant defences. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1734, 91-111.
- Croft, B.A. & Whalon, M.E. 1982. Selective toxicity of pyrethroid insecticides to arthropod natural enemies and pests of agricultural crops. *Entomophaga*. 27, 3-21.
- Croft, B.A. 1990. *Arthropod biological control agents and pesticides*. New York, Wiley Interscience. 723 p.
- Dicke, M.; de Boer, J.G.; Höfte, M.; Rocha-Granados, M.C. 2003. Mixed blends of herbivore-induced plant volatiles and foraging success of carnivorous arthropods. *Oikos*. 101, 38-48.
- Dicke, M.; Takabayashi, J.; Posthumus, M.A.; Schutte, C.; Krips, O.E. 1998. Plant phytoseiid interactions mediated by herbivore induced plant volatiles: variation in production of cues and in responses of predatory mites. *Experimental and Applied Acarology*. 22, 311-333.
- Eegers-Schumacher, H.A. 1983. A comparison of the reproductive performance of insecticide-resistance and susceptible clone of *Myzus persicae*. *Entomologia experimentalis et applicata*. 34, 301-307.
- Franco, C.R.; Casarin, N.F.B.; Domingues, F.A.; Omoto, C. 2007. Resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas inibidores da respiração celular em citros: resistência cruzada e custo adaptativo. *Neotropical Entomology*. 36, 565-576.

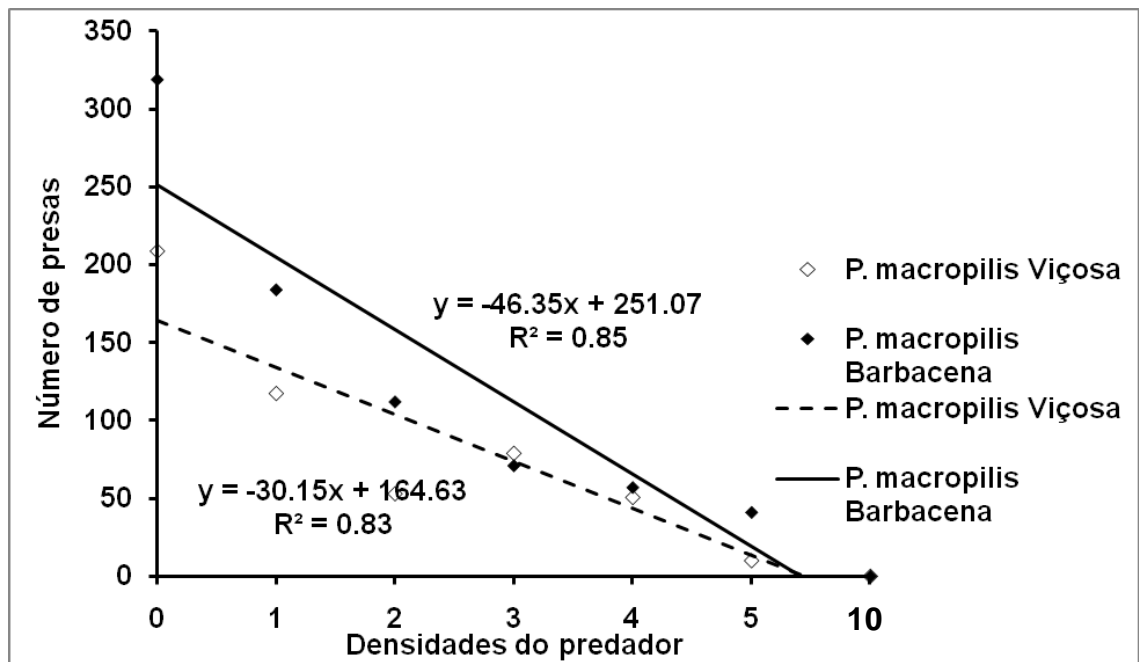
- Georghiou, G.P. 1972. The evolution of resistance to pesticides. Annual Review of Ecology and Systematics. 3, 133-168.
- Haubruge, E. & A. Arnaud. 2001. Fitness consequences malathion-specific resistance in red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) and selection for resistance in the absence of malathion. Journal Economic Entomology. 94, 552-557.
- Konno, R.H. & Omoto, C. 2006. Custo adaptativo associado à resistência de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) ao inseticida carbosulfan. Neotropical Entomology. 35, 246-250.
- Mckenzie, J.A. & P. Batterham. 1994. The genetic, molecular and phenotypic consequences of selection for insecticide resistance. Trends in Ecology & Evolution. 9, 166-169.
- Oliveira, H. 2006. How to realize the potential of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* to control two-spotted spider-mites in strawberry? 64p. Tese (Doutorado) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Oliveira, H.G.; Fadini, M.A.M.; Venzon, M.; Rezende, D.; Rezende, F.; Pallini, A. 2009. Evaluation of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of the two-spotted spider mite on strawberry plants under greenhouse conditions. Experimental and Applied Acarology. 47, 275-283.
- Oliveira, H.G.; Janssen, A.; Pallini, A.; Venzon, M.; Fadini, M.; Duarte, V. 2007. A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Biological Control. 42, 105-109.



- Pallini, A.; Janssen, A.; Sabelis, M.W. 1997. Odour-mediated responses of phytophagous mites to conspecific and heterospecific competitors. *Oecologia*. 110, 179-185.
- Poletti, M.; Collette, L. de P.; Omoto, C. 2008. Compatibilidade de agrotóxicos com os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *BioAssay*. 3, 1-14.
- Pozarowska, B.J. 1987. Studies on low temperature survival, reproduction and development in Scottish clones of *Myzus persica* (Sultzer) and *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae) susceptible and resistance to organophosphates. *Bulletin of Entomological Research*. 77, 123-134.
- Ramirez, C.C.; Fuentes-Contreras, E.; Rodriguez, L.C.; Niemeyer, H.M. 2000. Pseudoreplication and its frequency in olfactometric laboratory studies. *Journal of Chemical Ecology*. 26, 1423-1431.
- Rock, G.C. 1979. Relative toxicity of two synthetics pyrethroids to a predator *Amblyseius fallacis* and its prey *Tetranychus urticae*. *Journal of Economic Entomology*. 72, 293-294.
- Roush, R.T. & Hoy, M.A. 1981. Laboratory, glasshouse, and field studies of artificially selected carbaryl resistance in *Metaseiulus occidentalis*. *Journal of Economic Entomology*. 74, 142-147.
- Roush, R.T. & McKenzie, J.A. 1987. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. *Annual Review of Entomology*. 32, 361-380.
- Sabelis, M.W. & Van de Baan., H.E. 1983. Location of distant spider mite colonies by phytoseiid predators: demonstration of specific kairomones

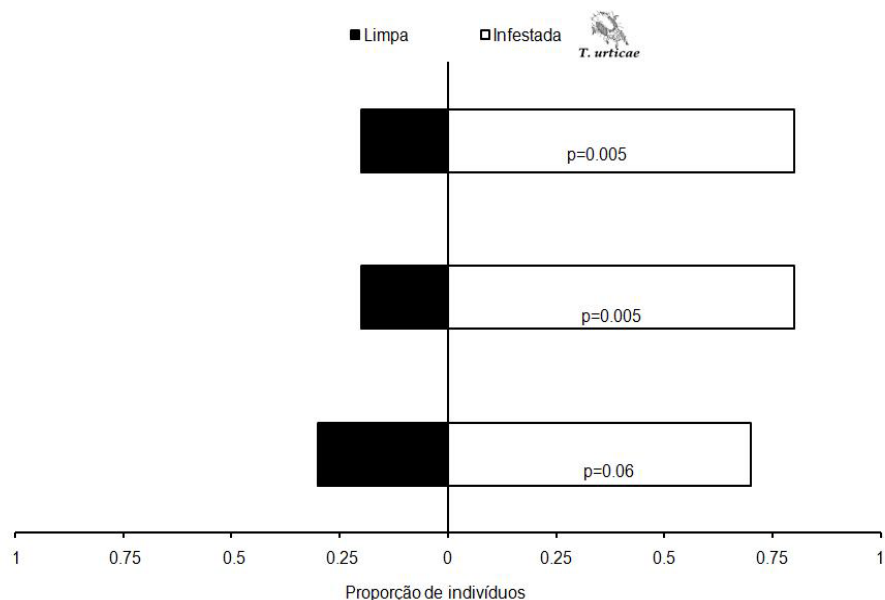
- emitted by *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 33, 303-314.
- SAS Institute. 2002. SAS/STAT User's Guide: Statistics, version 9.0 . SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. Freeman, New York. 887 p.
- Stark, J.D. & Banks, J.E. 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology*. 8, 505-519.
- Stark, J.D.; Tanigoshi, L.; Bounfour, M.; Antonelli, A. 1997. Reproductive potential: Its influence on the susceptibility of a species to pesticides. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 37, 273-279.
- Stone, B.S.; Shufran, R.A.; Wilde, G.E. 2000. Life history study of multiple clones of insecticide resistance and susceptible greenbug *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*. 93, 971-974.
- Thongtab, T.; Chandrapatya, A.; Baker, G.T. 2001. Biology and efficacy of the predatory mite, *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acari, Phytoseiidae) as a biological control agent of *Eotetranychus cendanai* Rimando (Acari, Tetranychidae). *Journal of Applied Entomology*. 125, 543-549.
- Watanabe, M. A.; Moraes, G.J.; Gastaldo Jr, I.; Nicolella, G. 1994. Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. *Agricultural Science*. 51, 75-81.

## Tabelas e Figuras

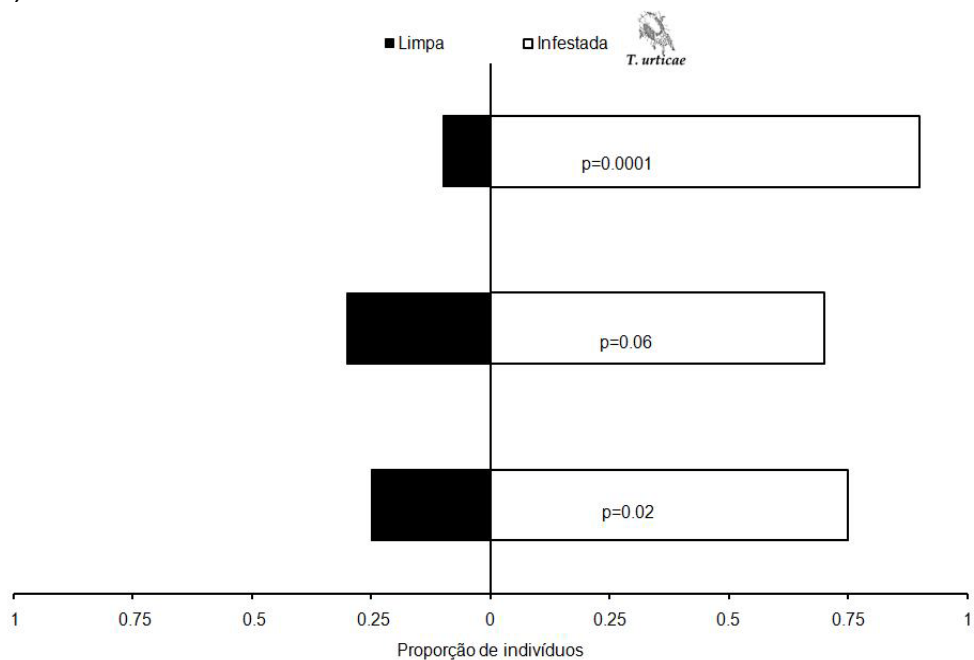


**Figura 1-** Taxa de predação indivíduos de *P. macropilis* das populações de Viçosa e Barbacena sobre a presa *T. urticae*.

**Figura 2** - Resposta do predador *P. macropilis* provenientes da população de Viçosa aos odores de plantas não infestadas e plantas infestadas de morangueiro por *T. urticae* em olfatômetro tipo “Y”. Cada barra corresponde a uma repetição (n=20 ácaros) ( $G_P=20,45$ ;  $gl=1$ ;  $p<0,0001$ ) ( $G_H=2,78$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,24$ ).



**Figura 3** - Resposta do predador *P. macropilis* provenientes da população de Barbacena aos odores de plantas não infestadas e plantas infestadas de morangueiro por *T. urticae* em olfatômetro tipo “Y”. Cada barra corresponde a uma repetição (n=20 ácaros) ( $G_P=17,98$ ;  $gl=1$ ;  $p<0,0001$ ) ( $G_H=0,72$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,69$ ).



## CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos objetivos e nos resultados obtidos, conclui-se que indivíduos de *P. macropilis* originados de cultivos convencionais podem apresentar resistência a determinados acaricidas como o dimetoato.

A resistência encontrada em *P. macropilis* foi baixa, porém não apresentou custos adaptativos nas variáveis avaliadas. Este predador seria então capaz de se multiplicar, preda e localizar suas presas como os demais indivíduos dessa espécie e ainda ser capaz de se manter em campo após a aplicação de dimetoato, o que evitaria problemas como ressurgência de pragas.

A utilização destes indivíduos resistentes em campo permitiria, em início de colonização dos predadores, a aplicação conjunta do controle químico quando se faça necessário e posteriormente estes organismos resistentes aumentariam sua população e promoveriam o controle dos ácaros pragas naturalmente sem a necessidade de aplicação de pesticidas, o que significaria uma diminuição ou até mesmo a paralisação da aplicação do controle químico ao ácaro-rajado, agregando valor ao produto a ser comercializado.

Estudos futuros devem ser feitos com o objetivo de averiguar a real permanência das populações resistentes em campo.