

**CONTROLE BIOLÓGICO****Localização de Presas à Curta Distância por *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae): O Papel dos Aleloquímicos dos Ácaros Fitófagos *Panonychus ulmi* (Koch) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e da Planta Hospedeira, *Malus domestica* (Borkham)**

KARIN F.S. COLLIER<sup>1</sup>, ÁLVARO E. EIRAS<sup>2</sup>, GILBERTO S. ALBUQUERQUE<sup>1</sup>, JACQUELYN L. BLACKMER<sup>3</sup>, MARILAINE C. ARAÚJO<sup>1</sup> E LINO B. MONTEIRO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Proteção de Plantas, CCTA, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Av. Alberto Lamego, 2000, 28015-620, Campos dos Goytacazes, RJ.

<sup>2</sup>Departamento de Parasitologia, ICB, Universidade Federal de Minas Gerais, Caixa postal 486, 31270-901, Belo Horizonte, MG.

<sup>3</sup>Western Cotton Research Laboratory, USDA/ARS, Phoenix, AZ, 85040-8830, EUA.

<sup>4</sup>Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Caixa postal 19061, 80035-050, Curitiba, PR.

---

An. Soc. Entomol. Brasil 29(4): 705-713 (2000)

Short-Distance Prey Location by *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae): The Role of the Allelochemicals from Two Phytophagous Mites, *Panonychus ulmi* (Koch) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), and Their Host Plant, *Malus domestica* (Borkham)

**ABSTRACT** - To understand how *Neoseiulus californicus* (McGregor) locates its prey, i.e. *Panonychus ulmi* (Koch) and *Tetranychus urticae* Koch, we studied the predator's short-distance responses to the volatile allelochemicals associated with these two phytophagous mites and their host plant, *Malus domestica* (Borkham). At the end of one branch of a Y-shape runway we placed an uninfested apple leaf disk (= control) and, at the other end, one of the eight following types of stimulus (= treatments): 1) uninfested leaf, 2) uninfested leaf + prey, 3) uninfested leaf + prey kairomones, 4) uninfested leaf + prey + prey kairomones, 5) infested leaf, 6) infested leaf + prey, 7) infested leaf + prey kairomones, and 8) infested leaf + prey + prey kairomones. We observed the predator's searching behavior on the runway and analyzed its percentage of response to each of the above stimuli. When *P. ulmi* was tested, significantly more predators went to the end of the branch with uninfested leaves and prey with its kairomones (T<sub>4</sub>), infested leaves and prey kairomones (T<sub>7</sub>), and infested leaves and prey with its kairomones (T<sub>8</sub>). In relation to *T. urticae*, the predaceous mite showed significant responses to uninfested leaves with prey kairomones (T<sub>3</sub>) and to uninfested leaves and prey with its kairomones (T<sub>4</sub>), as well as to all infested leaf combinations (T<sub>5-8</sub>). These results indicate that the volatiles associated with the phytophagous mites, their byproducts, and the host plant, either separately or combined, play an important role on the short-distance location of *T. urticae* by *N. californicus*. On the other hand, only a combination of two or more of those stimuli appear to

signal the location of nearby colonies of *P. ulmi* to the predaceous mite, specially when the kairomones from their feces, eggs, and exuviae are included in such blend.

**KEY WORDS:** Apple pests, kairomones, predaceous mites, searching behavior, synomones.

**RESUMO** - Para conhecer os estímulos olfativos à curta distância que *Neoseiulus californicus* (McGregor) usa para encontrar seu alimento, isto é, os ácaros fitófagos *Panonychus ulmi* (Koch) e *Tetranychus urticae* Koch, estudaram-se as respostas deste ácaro predador em relação aos aleloquímicos voláteis oriundos tanto das duas espécies de presa como de sua planta hospedeira, *Malus domestica* (Borkham). Na extremidade de um braço da trilha em Y foi introduzido um disco de folha sadia de macieira (= controle) e na outra um dos oito tipos de estímulo (= tratamento) seguintes: 1) folha sadia, 2) folha sadia com a presa, 3) folha sadia com cairomônios da presa, 4) folha sadia com a presa e seus cairomônios, 5) folha atacada limpa, 6) folha atacada com a presa, 7) folha atacada com cairomônios da presa e 8) folha atacada com a presa e seus cairomônios. Para cada tratamento, observou-se a direção do deslocamento do ácaro predador e analisou-se sua porcentagem de resposta. Para localizar *P. ulmi*, *N. californicus* orientou-se pelos estímulos oriundos de folhas sadias com a presa e seus cairomônios (T<sub>4</sub>), folhas atacadas com cairomônios da presa (T<sub>7</sub>) e folhas atacadas com a presa e seus cairomônios (T<sub>8</sub>). Com relação a *T. urticae*, o ácaro predador respondeu significativamente aos estímulos oriundos de folhas sadias com cairomônios da presa (T<sub>3</sub>) e de folhas sadias com a presa e seus cairomônios (T<sub>4</sub>), assim como de todas as combinações com folhas atacadas (T<sub>5-8</sub>). Estes resultados demonstram que os voláteis emanados pelos ácaros fitófagos, por seus subprodutos e pela planta por eles atacada, em conjunto ou isoladamente, são importantes fontes de informação para *N. californicus* localizar *T. urticae* à curta distância. Por outro lado, somente a combinação de dois ou mais estímulos olfativos parece sinalizar a localização de *P. ulmi* para o ácaro predador, principalmente se os cairomônios de suas fezes, ovos e exúvias estiveram incluídos em tal mistura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácaros predadores, cairomônios, comportamento de busca, pragas da macieira, sinomônios.

---

Os ácaros predadores usam grande variedade de estímulos para localizar suas presas. Dentre estes, destacam-se os estímulos olfativos por elas emitidos (cairomônios), assim como aqueles liberados pelas plantas hospedeiras (sinomônios) (Whittaker & Feeny 1971, Price et al. 1980, Dicke & Sabelis 1988, Vet & Dicke 1992, Bruin et al. 1995). Os cairomônios das presas, no caso de ácaros

fitófagos, estão presentes em suas fezes, ovos, exúvias, teias e feromônios, enquanto que os sinomônios são representados pelos metabólitos secundários voláteis das plantas. Para a localização à longa distância, os sinais químicos emitidos pelas presas têm seu uso pelo ácaro predador limitado pela sua baixa detectabilidade; entretanto, à curta distância são indicadores precisos da localização das

mesmas (Dicke & Sabelis 1988; Dicke *et al.* 1990). Esta função está a cargo de quimiorreceptores localizados nos palpos dos ácaros predadores, que são capazes de detectar os estímulos olfativos até mesmo em baixas concentrações (Mustaparta 1984, Akkerhuis *et al.* 1985, Dicke & Sabelis 1988). Portanto, para entender os passos envolvidos na localização das presas pelos ácaros predadores, é essencial que se determinem os aleloquímicos por eles usados no processo.

*Neoseiulus californicus* (McGregor) é um ácaro predador de ampla distribuição geográfica (Moraes *et al.* 1986). Em virtude do potencial de controle de *Panonychus ulmi* (Koch) e *Tetranychus urticae* Koch demonstrado nos Estados Unidos e em alguns países da Europa (Oatman *et al.* 1977, Fauvel *et al.* 1993, Costa-Comelles *et al.* 1994, Castagnoli *et al.* 1995), *N. californicus* foi introduzido em pomares de macieira, *Malus domestica* (Borkham), no Sul do Brasil em 1992, visando reduzir as populações dessas duas espécies de ácaros fitófagos, responsáveis por consideráveis prejuízos à cultura da maçã naquela região (Monteiro 1994). Com o objetivo de maximizar o uso de *N. californicus* tanto no contexto do controle biológico como do manejo integrado de *P. ulmi* e *T. urticae*, estudaram-se as respostas do ácaro predador aos estímulos olfativos à curta distância relacionados com estes dois ácaros fitófagos e sua planta hospedeira, através da simulação, em laboratório, do microhabitat das folhas de macieira por eles infestadas. Respostas olfativas de *N. californicus* a maiores distâncias da fonte de alimento são analisadas em um outro trabalho (Collier *et al.*, submetido à publicação).

### Material e Métodos

**Criação de *N. californicus*.** A linhagem de *N. californicus* usada neste trabalho foi oriunda da criação do CNPMA/EMBRAPA (Jaguariúna, SP). Fêmeas adultas deste ácaro predador foram retiradas da criação de rotina estabelecida no Laboratório de Proteção de

Plantas da UENF e depositadas em placas de cerâmica (15 x 7 cm) sobre esponjas embebidas em água e detergente. Nessas placas, era oferecido alimento (*T. urticae* e pólen de mamona, *Ricinus communis* L.) em abundância. Após 24 horas, as fêmeas eram retiradas da placa de cerâmica, permanecendo os ovos por elas depositados. À medida que os ovos eclodiam, era fornecido o mesmo tipo de alimento para as formas jovens até que estas atingissem a fase adulta (ca. sete dias). Antes do início dos testes, as fêmeas recém emergidas eram transferidas para novas placas de cerâmica, onde permaneciam 24 horas sem receber alimento.

**Aparato para Estudo do Comportamento de Busca.** Para simular a localização à curta distância das presas por *N. californicus* nas folhas de macieira, usaram-se trilhas em forma de Y recortadas de folhas de raio X, que são escuras e facilitam a visualização do predador, com 3 mm de largura, 12 mm de comprimento do início até a bifurcação e 18 mm da bifurcação até a extremidade (fonte de odor), seguindo o método de Zhang & Sanderson (1992). As trilhas foram colocadas dentro de placas de Petri de 20 cm de diâmetro forradas com algodão embebido em água até a borda das placas. Para a realização dos testes, o aparato foi colocado no interior de um túnel de vento (40 x 40 x 80 cm) com a velocidade do ar calibrada para 0,1 ms<sup>-1</sup>, por intermédio de testes de fumaça.

**Calibragem do Aparato.** Testes preliminares foram realizados para avaliar a frequência relativa de escolha por um dos braços da trilha em Y por *N. californicus* em relação aos tratamentos: ar puro x ar puro (AP x AP); disco de folha de macieira sadia x ar puro (FS x AP) e discos de folha de macieira em ambas extremidades (FS x FS). Como nestes testes preliminares não houve diferenças significativas com relação às porcentagens de resposta (Tabela 1), considerou-se que o aparato estava calibrado.

**Testes para Determinação dos Estímulos**

**Olfativos Usados por *N. californicus*.** As folhas de macieira utilizadas nos testes (cultivar Gala com porta enxerto M9) receberam uma infestação prévia de 40 fêmeas dos ácaros fitófagos por folha. As infestações foram realizadas 20 e 15 dias antes do início dos testes para *P. ulmi* e *T. urticae*, respectivamente. Esses períodos foram suficientes para as folhas infestadas apresentarem o bronzeamento característico ocasionado por estas espécies.

Para cada espécie de presa, foram testados oito tipos de estímulo olfativo (=tratamentos): T<sub>1</sub>) folha sadia (FS); T<sub>2</sub>) folha sadia com a presa (FS + Ac); T<sub>3</sub>) folha sadia com cairomônios da presa (FS + Ca); T<sub>4</sub>) folha sadia com a presa e seus cairomônios (FS + Ac + Ca); T<sub>5</sub>) folha atacada limpa (FA); T<sub>6</sub>) folha atacada com a presa (FA + Ac); T<sub>7</sub>) folha atacada com cairomônios da presa (FA + Ca) e T<sub>8</sub>) folha atacada com a presa e seus cairomônios (FA + Ac + Ca). Cada tratamento foi repetido 40 vezes, com exceção dos tratamentos T<sub>1</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> e T<sub>8</sub> envolvendo *P. ulmi*, que foram repetidos 80 vezes.

O tratamento T<sub>2</sub> (FS + Ac) foi obtido com a deposição de 40 fêmeas do ácaro fitófago no disco foliar de macieira sadia. Para a obtenção dos cairomônios (fezes, ovos, exúvias e, para *T. urticae*, teias) usados no tratamento T<sub>3</sub> (FS + Ca), inicialmente retiraram-se os ácaros de uma folha de macieira infestada. Após, essa folha foi lavada com o auxílio de um pincel fino com 2 ml de água destilada. A água proveniente da lavagem foi depositada sobre um disco de folha de macieira sadia, onde permaneceu por 20 minutos para secar. Para o tratamento T<sub>4</sub> (FS + Ac + Ca), após a deposição dos cairomônios, conforme descrito acima, foram adicionadas 40 fêmeas adultas do ácaro fitófago. O tratamento T<sub>5</sub> (FA) foi obtido com a retirada dos ácaros fitófagos da folha infestada com o auxílio de uma lupa e pincel fino e posterior lavagem da folha com pincel e água destilada, para remoção de seus subprodutos (fezes, ovos, exúvias e teias). As folhas usadas no tratamento T<sub>6</sub> (FA + Ac) foram lavadas com pincel e água destilada

para remoção dos subprodutos dos ácaros e depois de 20 minutos foram colocadas 40 fêmeas do ácaro fitófago. Para o tratamento T<sub>7</sub> (FA + Ca), as folhas infestadas foram testadas imediatamente após a retirada dos ácaros adultos e jovens com auxílio de pincel e lupa.

Nas extremidades dos dois braços do “Y” eram colocados discos foliares com 2 cm de diâmetro. Em um braço era colocado o disco foliar com o tratamento e no outro o controle, que consistiu de um disco foliar obtido a partir de uma folha sadia retirada de uma macieira não infestada com ácaros fitófagos. As fêmeas de *N. californicus* em jejum por 24 horas eram liberadas individualmente no início do braço central da trilha em Y com o auxílio de um pincel fino. Quando a fêmea deslocou-se até atingir a folha com o estímulo, a resposta foi considerada positiva; no caso de ter-se deslocado até a folha sadia controle, a resposta foi considerada negativa. As trilhas em Y eram trocadas a cada repetição do tratamento testado. A cada 10 repetições dos tratamentos, os discos foliares eram substituídos por discos novos e a posição (direita ou esquerda) do tratamento e controle nos braços do “Y” era invertida. Esta inversão foi feita com o objetivo de evitar a tendenciosidade dos dados.

Foi observado o tempo de percurso até a fonte de odor com o auxílio de um cronômetro digital. Para cada teste, o tempo máximo de observação foi de cinco minutos e o predador que não demonstrou resposta durante este período foi descartado. Este tempo de observação foi obtido através de ensaios preliminares e também com base nos resultados de Zhang & Sanderson (1992). A análise estatística da frequência relativa das respostas binomiais (positiva ou negativa) foi realizada com o teste Qui-quadrado ( $\alpha = 0,05$ ) (Banzato & Kronka 1995).

## Resultados e Discussão

As comparações estabelecidas entre os tratamentos ar puro e folha sadia para a calibragem do aparelho não foram

significativas quanto às porcentagens de resposta (Tabela 1), sugerindo que, na ausência de estímulos relacionados à presa, o

ácaro predador *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot para procurar alimento; ambos verificaram que existe resposta ao ar puro na

Tabela 1. Respostas de *N. californicus* a dois estímulos-controle (AP = ar puro e FS = folha sadia) durante os testes de calibragem da trilha em Y.

Teste	N	% Resposta	$\chi^2$
AP X AP	38	50,0 X 50,0	0,001 <sup>ns</sup>
FS X AP	37	51,3 X 48,7	0,065 <sup>ns</sup>
FS X FS	77	47,5 X 52,5	0,250 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> não significativo ( $\alpha = 0,05$ )

predador se move em direção ao vento para continuar buscando informações que indiquem sua localização (resposta anemotática). Resultados semelhantes foram obtidos por Sabelis *et al.* (1984b) e Sabelis & van der Weel (1993), que estudaram os fatores que induzem o comportamento de partida do

ausência de informações relacionadas com a presa.

As respostas olfativas à curta distância de *N. californicus* na trilha em Y variaram de acordo com os aleloquímicos de *P. ulmi* e da folha da planta hospedeira a ele expostos (Fig. 1). Dos oito tratamentos testados, foram

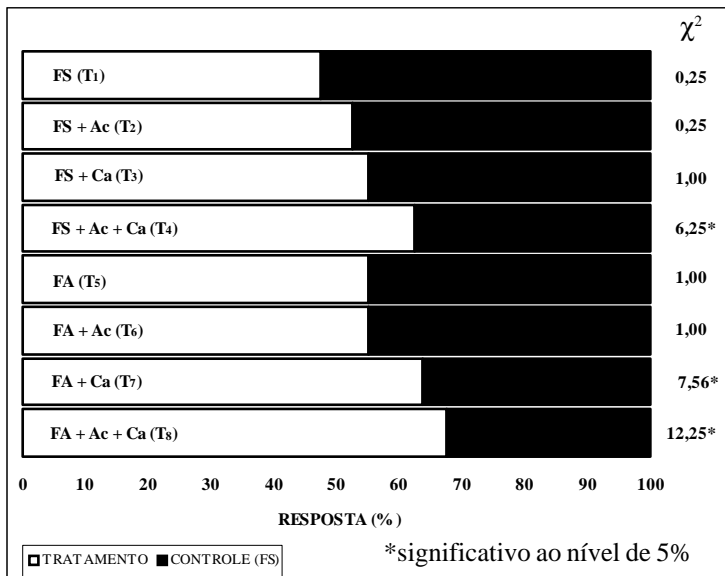


Figura 1. Respostas olfativas de *N. californicus* na trilha em Y em relação aos aleloquímicos de *P. ulmi* e planta hospedeira (macieira). (FS = folha sadia; FA = folha atacada; Ac = ácaro; Ca = cairomônios: fezes, ovos e exúvias) (n = 40 para os tratamentos 2, 3 e 4; 80 para os demais).

significativos os estímulos oriundos das folhas saudias associados à presa e seus cairomônios ( $T_4$ : FS + Ac + Ca), das folhas atacadas associados aos cairomônios da presa ( $T_7$ : FA + Ca) e das folhas atacadas associados à presa e seus cairomônios ( $T_8$ : FA + Ac + Ca). Em relação aos aleloquímicos provenientes de *T. urticae* e da planta hospedeira, as respostas olfativas do ácaro predador foram significantes para um maior número de combinações (Fig. 2). Com exceção

tratamentos em relação ao controle (folha sadia). Portanto, os resultados sugerem que *N. californicus* necessita de uma combinação de dois ou mais estímulos indicadores da presença de *P. ulmi* para localizá-lo à curta distância, e que os cairomônios da presa parecem desempenhar papel preponderante nesta combinação. Por outro lado, a localização de *T. urticae* pode ser efetuada com base em apenas um dos estímulos, quer sejam os cairomônios da presa ou de seus

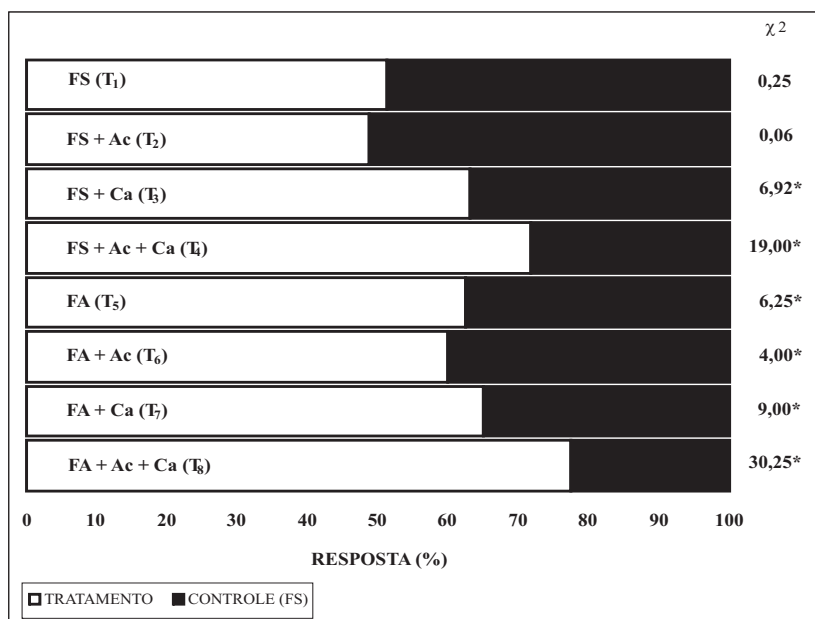


Figura 2. Respostas olfativas de *N. californicus* na trilha em Y em relação aos aleloquímicos de *T. urticae* e planta hospedeira (macieira). (FS = folha sadia; FA = folha atacada; Ac = ácaro; Ca = cairomônios: fezes, ovos, exúvias e teias) (n = 40).

dos tratamentos contendo os estímulos somente das folhas saudias ( $T_1$ : FS) e das folhas saudias juntamente com *T. urticae* ( $T_2$ : FS + Ac), todos os seis demais testes de escolha apresentaram diferenças significantes na frequência de resposta em favor dos

subprodutos, ou os sinomônios da planta atacada. Além disto, observou-se que a combinação de estímulos sinalizadores da presença de *T. urticae* elicitava uma intensidade de resposta ainda maior por parte do predador.

Embora *T. urticae* oviposite em teias por

ele produzidas para a proteção dos ovos contra predadores, é possível que *N. californicus* utilize os voláteis emanados destas teias em seu benefício para localizar a presa. A volatilidade dos compostos químicos das teias foi confirmada por Hoy & Smilanick (1981), que constataram o efeito de atração de folhas com teias de *T. urticae*, *Tetranychus pacificus* McGregor e *Eotetranychus willamettei* McGregor sobre o ácaro predador *Metaseiulus occidentalis* Nesbitt. Resultados semelhantes foram obtidos por Moraes & McMurtry (1985) com extratos de teias de *T. urticae* e *Tetranychus evansi* Baker, que exerceram atração do ácaro predador *P. persimilis*.

As duas espécies de ácaros fitófagos (*P. ulmi* e *T. urticae*) e o ácaro predador (*N. californicus*) constituem nas folhas de macieira (*M. domestica*) uma comunidade dentro do habitat mais amplo que é a planta hospedeira. Uma vez nesta comunidade, os resultados aqui obtidos nos permitem inferir que o predador utiliza como estímulos sinalizadores de presença de presas os cairomônios produzidos pelas colônias dos ácaros fitófagos (emanados de seus ovos, fezes, exúvias e teias), os cairomônios liberados pelo próprio ácaro e os sinomônios das folhas atacadas, em conjunto ou, no caso de *T. urticae*, também isoladamente. As evidências experimentais obtidas para *T. urticae* corroboram os resultados obtidos para outras espécies de ácaros predadores fitoseídeos por vários autores (Sabelis *et al.* 1984a,b, Dicke 1988, Dicke *et al.* 1993a,b, Takabayashi *et al.* 1994). Por outro lado, a aparente menor atratividade de *P. ulmi* pode ser devida à evolução de estratégias de escape de inimigos naturais nesta espécie, através da diminuição na liberação de odores do próprio corpo e da planta atacada (Vet & Dicke, 1992). Estudos específicos são necessários para verificar se *P. ulmi* realmente desenvolveu tais estratégias. Na ausência de sinais olfativos indicadores da presença da presa no microhabitat das folhas de macieira, o ácaro predador apresenta respostas anemotáticas que determinam sua partida em busca de um

local mais favorável para encontrar alimento.

### Agradecimentos

À Fundação Estadual Norte Fluminense pelo financiamento da pesquisa e pelas bolsas de Mestrado e de Iniciação Científica concedidas ao primeiro e quinto autores, respectivamente. Ao CNPq pela bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida ao segundo e terceiro autores.

### Literatura Citada

- Akkerhuis, G.J.O., M.W. Sabelis & W.F. Tjallingii. 1985.** Ultrastructure of chemoreceptors on the pedipalps and first tarsi of *Phytoseiulus persimilis*. Exp. Appl. Acarol. 1: 235-251.
- Banzato, D.A. & N. Kronka. 1995.** Experimentação agrícola. Jaboticabal-SP, FUNEP, 247p.
- Bruin, J., M.W. Sabelis & M. Dicke. 1995.** Do plants tap SOS signals from their infested neighbours? TREE 10:167-170.
- Castagnoli, M., S. Simoni & M. Pintucci. 1995.** Response of a laboratory strain of *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari Phytoseiidae) to semi-natural outdoor conditions. Redia 78: 273-282.
- Collier, K.F.S., G.S. Albuquerque, A.E. Eiras, J.L. Blackmer, M.C. Araújo & L.B. Monteiro. Estímulos olfativos envolvidos na localização de presas à longa distância pelo ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). An. Soc. Entomol. Brasil (submetido).**
- Costa-Comelles, J., A. SantaMaría, F. Ferragut & F. García-Marí. 1994.** Poblaciones de ácaros en la cubierta vegetal de huertos de manzanos. Bol. San. Veg. Plagas 20: 339-355.
- Dicke, M. 1988.** Prey preference of the

- phytoseiid mite *Typhlodromus pyri*. 1 - Response to volatile kairomones. Exp. Appl. Acarol. 4:1-13.
- Dicke, M. & M.W. Sabelis. 1988.** How plants obtain predatory mites as bodyguards. Neth. J. Zool. 38: 148-165.
- Dicke, M., K.J. van der Mass, J. Takabayashi & L.E.M. Vet. 1990.** Learning affects response to volatile allelochemicals by predatory mites. Proc. Exp. Appl. Entomol. 1: 31-36.
- Dicke, M., P. van Baarlen, R. Wessels & H. Dijkman. 1993a.** Herbivory induces systemic production of plant volatiles that attract predators of the herbivore: extraction of endogenous elicitor. J. Chem. Ecol. 19: 581-599.
- Dicke, M., P. van Baarlen, R. Wessels & H. Dijkman. 1993b.** Systemic production of herbivore-induced synomones by lima bean plants helps solving a foraging problem of the herbivore's predators. Proc. Exp. Appl. Entomol. 4: 39-44.
- Fauvel, G., B. Bourgooin, G. Perron & J. Rouzet. 1993.** Importance de la colonisation des vergers de pommier et pecher du sud de la France par *Neoseiulus californicus* (McGregor) et consequences pour la lutte biologique contre l'araignee rouge *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). Conference Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, Montpellier, p. 587-596.
- Hoy, M.A. & J.M. Smilanick. 1981.** Non-random prey location by the phytoseiid predator *Metaseiulus occidentalis*: differential responses to several spider mite species. Ent. Exp. Appl. 29: 241-253.
- 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. & J.A. McMurtry. 1985.** Chemically mediated arrestment of the predaceous mite *Phytoseiulus persimilis* by extracts of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae*. Exp. Appl. Acarol. 1: 127-138.
- Moraes, G.J., J.A. McMurtry & H.A. Denmark. 1986.** A catalog of the mite family Phytoseiidae. References to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. Brasília, EMBRAPA, Dept. Dif. Técn., 353p.
- Mustaparta, H. 1984.** Olfaction, p.37-46. In W.J. Bell & R.T. Cardé (eds.), Chemical ecology of insects. London, Chapman & Hall, 524p.
- Oatman, B.R., J.A. McMurtry, F.E. Gilstrap & V. Voth. 1977.** Effect of releases of *Ambliseius californicus* on the twospotted spider mite on strawberry in southern California. J. Econ. Entomol. 70: 638-640.
- Price, P.W., C.E. Bouton, P. Gross, B.A. McPherson, J.N. Thompson & A.E. Weis. 1980.** Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. Annu. Rev. Ecol. Syst. 11: 41-65.
- Sabelis, M.W. & J.J. van der Weel. 1993.** Anemotactic responses of the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, and their role in prey finding. Exp. Appl. Acarol. 17: 521-529.
- Sabelis, M.W., B.P. Afman & P.J. Slim. 1984a.** Location of distant spider mite colonies by *Phytoseiulus persimilis*: localization and extraction of a kairomone, p. 431-440. In D.A. Griffith & C.B. Bowman (eds.), Proc. 6th Int.



- Cong. Acarol., vol. 1. Chichester, Ellis Horwood.
- Sabelis, M.W., J.E. Vermaat & A. Groeneveld. 1984b.** Arrestment responses of the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis*, to steep odour gradients of a kairomone. *Physiol. Entomol.* 9: 437-446.
- Takabayashi, J., M. Dicke, S. Takahashi, M.A. Posthumus & T.A. van Beek. 1994.** Leaf age affects composition of herbivore-induced synomones and attraction of predatory mites. *J. Chem. Ecol.* 20: 373-386.
- Vet, L.E.M. & M. Dicke. 1992.** Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 141-172.
- Whittaker, R.H. & P.P. Feeny. 1971.** Allelochemicals: chemical interactions between species. *Science* 171: 757-770.
- Zhang, Z.Q. & J.P. Sanderson. 1992.** Short-distance location of spider mite colonies by three predatory mites (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae): predator responses to prey- and predator-associated stimuli. *Environ. Entomol.* 21: 799-807.
- Vet, L.E.M. & M. Dicke. 1992.** Ecology of *Aceito em 12/06/2000.*
-

