

BIOLOGICAL CONTROL

Estímulos Olfativos Envolvidos na Localização de Presas pelo Ácaro Predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) em Macieiras e Plantas Hospedeiras Alternativas

KARIN F. S. COLLIER¹, GILBERTO S. ALBUQUERQUE¹, ÁLVARO E. EIRAS², JACQUELYN L. BLACKMER³, MARILAINE C. ARAÚJO¹ E LINO B. MONTEIRO⁴

¹Lab. Proteção de Plantas, CCTA, Universidade Estadual do Norte Fluminense
Av. Alberto Lamego, 2000, Campos dos Goytacazes, RJ, 28015-620

²Depto. Parasitologia, ICB, Universidade Federal de Minas Gerais
C. postal 486, Belo Horizonte, MG, 31270-901

³Western Cotton Research Laboratory, USDA/ARS, Phoenix, AZ, 85040-8830, EUA

⁴Depto. Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná
C. postal 19061, Curitiba, PR, 80035-050

Neotropical Entomology 30(4): 631-639 (2001)

Olfactory Stimuli Involved in Prey Location by *Neoseiulus californicus* (McGregor)
(Acari: Phytoseiidae) on Apple and Alternate Host Plants

ABSTRACT – The phytophagous mites *Panonychus ulmi* (Koch) and *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae) cause severe losses in apples in southern Brazil. An alternate means of managing both species, currently under way in orchards in Fraiburgo, SC, is the use of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor). To understand how this predator interacts at the olfactive level with both prey on their host plants, we studied the responses of *N. californicus* on apple, *Malus domestica* (Borkham), as well as on three of the predator's alternate winter hosts (*Sida rhombifolia* L., *Plantago tomentosa* Lamarck and *Taraxacum officinale* Weber), in a Y-tube olfactometer. On apple, the tests demonstrated that *N. californicus* responded significantly to allelochemicals associated with previously-infested leaves with or without *P. ulmi* or *T. urticae* or their associated byproducts (feces, eggs, exuviae, and webs), as well as to those associated with previously-uninfested leaves + prey and its byproducts. The predator also responded to a mixture of volatile odors from previously-uninfested apple leaves with *T. urticae* byproducts. In relation to the location of *T. urticae* by *N. californicus* on its alternate winter host plants, we observed that the prey byproducts are more attractive to the predator on *S. rhombifolia* and *P. tomentosa*, whereas infested leaves of *T. officinale* with or without prey and its byproducts did not elicit any response. These results indicate that the volatiles from the host plant, as well as those from the prey and its byproducts, serve as cues in the prey location by *N. californicus*. Additionally, volatiles from the flowers of the three alternate host plants were highly attractive to the predator, which suggests that this stimuli could be involved in locating pollen, another of its food sources.

KEY WORDS: Allelochemicals, *Panonychus ulmi*, predacious mites, searching behavior, *Tetranychus urticae*.

RESUMO – Os ácaros fitófagos *Panonychus ulmi* (Koch) e *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae) causam sérios prejuízos à cultura da maçã no Sul do Brasil. Uma alternativa de manejo dessas espécies, atualmente em uso em pomares de macieira de Fraiburgo, SC, é o controle biológico com o ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor). Visando compreender como as interações do predador com ambas as presas em suas plantas hospedeiras são intermediadas ao nível olfativo, estudaram-se as respostas do predador tanto em macieira, *Malus domestica* (Borkham), como em algumas plantas invasoras de pomares: *Sida rhombifolia* L., *Plantago tomentosa* Lamarck e *Taraxacum officinale* Weber, hospedeiras alternativas de *T. urticae* no inverno. As respostas foram investigadas em olfatômetro em tubo na forma de Y. Em macieira, para ambas as presas, *N. californicus* respondeu significativamente aos aleloquímicos emanados de folhas atacadas isoladamente ou em conjunto com a presa e/ou seus

subprodutos (fezes, ovos, teias e exúvias), assim como àqueles emanados de folhas sadias com a presa e seus subprodutos. *N. californicus* também foi atraído por folhas sadias de macieira contendo os subprodutos de *T. urticae*. Em relação à localização de *T. urticae* nas plantas hospedeiras alternativas, verificou-se que, em *S. rhombifolia* e *P. tomentosa*, os voláteis dos subprodutos do ácaro aparentemente exercem papel atrativo preponderante, enquanto não houve resposta a nenhum dos estímulos olfativos relacionados a *T. officinale*. Assim, no processo de localização de *P. ulmi* e *T. urticae* por *N. californicus*, tanto os estímulos olfativos da presa e de seus subprodutos como aqueles emitidos pela planta atacada por estes podem funcionar como sinalizadores para o predador localizar as colônias de ácaros fitófagos. Além disto, voláteis das flores das três plantas invasoras exerceram forte atratividade ao predador, o que sugere que este estímulo está envolvido na localização de pólen, outra de suas fontes de alimento.

PALAVRAS-CHAVE: Ácaros predadores, aleloquímicos, comportamento de busca, *Panonychus ulmi*, *Tetranychus urticae*.

Os ácaros fitófagos *Panonychus ulmi* (Koch) (ácaro-vermelho) e *Tetranychus urticae* Koch (ácaro-rajado) (Tetranychidae) são pragas importantes nos pomares de macieira do Sul do Brasil e têm exigido de três a quatro aplicações de acaricidas por ciclo vegetativo, muitas vezes de forma preventiva (Monteiro 1994). Para o controle destes ácaros fitófagos na região de Fraiburgo (SC), em 1992 foi introduzido o ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Monteiro 1994), que ocorre naturalmente em regiões produtoras de maçã na Espanha e França (Costa-Comelles et al. 1986, Fauvel et al. 1993). Em Santa Catarina, durante o inverno, tem sido observado que *P. ulmi* permanece nos ramos das macieiras na forma de ovos hibernantes, enquanto que *T. urticae* e *N. californicus* migram para as plantas invasoras do pomar (L.B. Monteiro, observações pessoais). Em setembro, com a elevação da temperatura e o início da brotação das folhas das macieiras, ocorre o repovoamento das mesmas pelos ácaros fitófagos. Entretanto, o ácaro predador permanece nas plantas invasoras até dezembro. Essas migrações sazonais de fitoseídeos são bem documentadas em pomares de macieira na Espanha e nos Estados Unidos, onde *N. californicus* e *N. fallacis* Garman, respectivamente, alimentam-se de *T. urticae* e pólen nas plantas invasoras, enquanto as macieiras permanecem infestadas por *P. ulmi* (Costa-Comelles et al. 1986, McMurtry & Rodriguez 1987).

Quando os ácaros predadores migram das macieiras para as plantas invasoras, os estímulos olfativos (aleloquímicos) relacionados às fontes de alimento (pólen e colônias de ácaros fitófagos) são muito importantes para sinalizar sua localização (Hoy & Smilanick 1981, Sabelis & Afman 1984, Dicke & Sabelis 1988, McMurtry et al. 1991-1992, Koveos et al. 1995). As plantas hospedeiras atacadas pelos ácaros fitófagos também emitem compostos químicos voláteis que podem ser usados como atraentes pelo ácaro predador, além de fornecer abrigo e fonte alternativa de alimento (pólen) (Dicke et al. 1990, 1993b, Vet & Dicke 1992).

Em um outro estudo, demonstrou-se que, ao nível das folhas de macieira (curta distância), os voláteis emanados tanto pela presa e seus subprodutos (ovos, fezes, exúvias e teias) como pela planta hospedeira desempenham importante papel na localização de presas por *N. californicus* (Collier et al. 2000). Dando seguimento aos estudos da influência dos

aleloquímicos no comportamento de busca deste ácaro predador, objetivou-se com o presente trabalho conhecer os estímulos voláteis usados por *N. californicus* para localizar suas presas a distâncias relativamente maiores do que a situação anterior, não só em macieira, *Malus domestica* (Borkham), mas também em algumas espécies de plantas hospedeiras encontradas nos pomares desta fruteira.

Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Proteção de Plantas e na área experimental do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense, em Campos dos Goytacazes (RJ), no período de julho a dezembro de 1997.

Criação do Ácaro Predador. Fêmeas adultas recém-eclodidas de *N. californicus*, oriundas da criação da Agrícola Fraiburgo (Fraiburgo, SC), foram usadas nos bioensaios. Os ácaros foram mantidos em placas de cerâmica (15 X 7 cm) sobre esponjas embebidas em água e detergente, onde recebiam diariamente *T. urticae* e pólen de mamona (*Ricinus communis* L.) como alimento.

Criação dos Ácaros Fitófagos em Macieira. Os ácaros *P. ulmi* e *T. urticae* foram criados separadamente em plantas de macieira (cultivar Gala com porta enxerto M9), mantidas em vasos e abrigadas em casa-de-vegetação telada. O fotoperíodo de no mínimo 12 horas-luz/dia, usado para impedir a deposição de ovos hibernantes por *P. ulmi* (Rodriguez & Rodriguez 1987), foi mantido com calhas de lâmpada fluorescente instaladas sobre as plantas.

Criação de *T. urticae* nas Plantas Invasoras. A partir de levantamentos realizados nos pomares de Fraiburgo (SC), foram selecionadas três espécies de plantas invasoras, dentre aquelas onde foi constatada a presença do ácaro predador e de *T. urticae*: guanxuma [*Sida rhombifolia* L. (Malvaceae)], tanchagem [*Plantago tomentosa* Lamarck (Plantaginaceae)] e dente-de-leão [*Taraxacum officinale* Weber (Compositae)]. As plantas foram trazidas daquela região e mantidas em vasos em casa-de-vegetação telada. A infestação de plantas de *S. rhombifolia* pelo ácaro-rajado ocorreu rapidamente após a

liberação inicial; por outro lado, problemas surgiram na tentativa de se estabelecer o ácaro em *P. tomentosa* e *T. officinale*. No primeiro caso, somente algumas fêmeas sobreviveram (três dias no máximo) e realizaram oviposição, mas todos os descendentes morreram. Portanto, foram utilizadas nos testes somente folhas saudias de *P. tomentosa*. No segundo caso, após várias liberações, selecionaram-se ácaros-rajados adaptados a *T. officinale*, responsáveis pela infestação das plantas de onde foram retiradas as folhas utilizadas nos testes.

Tratamentos. Em relação à macieira, oito tipos de estímulo olfativo (= tratamentos) oriundos da interação entre esta e cada uma das espécies de ácaro fitófago (*P. ulmi* e *T. urticae*) foram testados quanto à atratividade exercida sobre *N. californicus* (Tabela 1). Em relação às três espécies de plantas invasoras associadas a *T. urticae*, estes mesmos oito estímulos, juntamente com a flor (T_9), foram testados, com exceção de *P. tomentosa*, da qual não foi possível obter folhas atacadas e, portanto, testar os tratamentos respectivos (T_5 - T_8 ; vide Tabela 1). O material vegetal a ser usado foi retirado das plantas cerca de 30 min. antes dos testes, sendo transportado para o laboratório com o pecíolo das folhas (com área foliar de aproximadamente 3 cm²) ou o pedúnculo das flores envolvidos em algodão embebido em água. Para cada tratamento, 40 ácaros predadores foram testados no olfatômetro descrito abaixo.

O tratamento com folhas saudias da macieira ou das plantas invasoras e ácaros (T_2) foi obtido com a deposição de 40 fêmeas do ácaro fitófago testado em folhas não atacadas previamente. O tratamento com folha sadia e subprodutos da presa (fezes, ovos, exúvias e, para *T. urticae*, teias) (T_3) foi obtido com a retirada dos ácaros de folhas infestadas. Após a remoção, as folhas foram lavadas com o auxílio de um pincel fino com 2 ml de água destilada. A água proveniente da lavagem foi depositada sobre a folha sadia onde permaneceu por 20 min. até o início dos testes. Para o

tratamento com folha sadia, ácaros e subprodutos deste (T_4), após a lavagem de folhas infestadas e deposição desse líquido na folha sadia, como em T_3 , foram colocadas 40 fêmeas do ácaro fitófago sobre a mesma. O tratamento com folhas atacadas limpas (T_5) foi obtido com a remoção dos ácaros fitófagos da folha infestada com o auxílio de um microscópio estereoscópico e pincel fino e posterior lavagem com pincel e água destilada, para remoção dos estímulos voláteis associados aos subprodutos das presas. Para o tratamento com folhas atacadas e ácaros (T_6), as folhas foram lavadas delicadamente com pincel e água destilada e depois de 20 min. foram depositadas 40 fêmeas do ácaro fitófago. O tratamento com folha atacada e subprodutos da presa (T_7) foi obtido através da retirada dos ácaros da folha com o auxílio de um pincel e microscópio estereoscópico.

Olfatômetro de Tubo em “Y”. Para estudar a importância dos voláteis emitidos pelas presas e suas plantas hospedeiras no comportamento de busca de *N. californicus*, foi usado um olfatômetro com base na metodologia de Sabelis & van de Baan (1983) e modificada por Dicke *et al.* (1990). O aparelho consistiu de um tubo em forma de Y de vidro Pirex com 4 cm de diâmetro e 30 cm de comprimento. Como adaptação ao presente estudo, colocou-se dentro do tubo uma pista de PVC de 3 mm de largura, também em forma de Y, para o deslocamento do predador. O fluxo de ar foi produzido por um compressor e conduzido por uma mangueira de silicone até um tubo de vidro (50 x 5 cm) preenchido com carvão ativado, para uma primeira filtragem. Do filtro, o ar foi conduzido para um lavador de gases de 1.000 ml contendo 500 ml de água destilada, onde através do borbulhamento o ar foi novamente filtrado e umidificado. O ar daí oriundo teve seu fluxo calibrado a 3 L/min., por meio de um fluxômetro, para uniformizar a passagem do mesmo pelo material a ser testado. Na extremidade dos dois braços do “Y” foram colocadas conexões de PVC onde permaneciam

Tabela 1. Estímulos olfativos testados em olfatômetro de tubo em “Y” em relação à sua atratividade a *N. californicus*. Ácaros: *T. urticae* e *P. ulmi*, o primeiro em todas as plantas e o segundo apenas em macieira. Subprodutos: fezes, ovos e exúvias, adicionados a teias no caso de *T. urticae*.

Tratamentos (T_n)	Plantas hospedeiras			
	<i>M. domestica</i>	<i>S. rhombifolia</i>	<i>T. officinale</i>	<i>P. tomentosa</i>
T_1 : Folha sadia (FS)	X	X	X	X
T_2 : Folha sadia + ácaros (FS+Ac)	X	X	X	X
T_3 : Folha sadia + subprodutos (FS+Sp)	X	X	X	X
T_4 : Folha sadia + ácaros + subprodutos (FS+Ac+Sp)	X	X	X	X
T_5 : Folha atacada (FA) (ácaros e subprodutos removidos)	X	X	X	não testado
T_6 : Folha atacada + ácaros (FA+Ac)	X	X	X	não testado
T_7 : Folha atacada + subprodutos (FA+Sp)	X	X	X	não testado
T_8 : Folha atacada + ácaros + subprodutos (FA+Ac+Sp)	X	X	X	não testado
T_9 : Flor	não testado	X	X	X

os tratamentos durante os testes (estímulo X ar puro). Essas conexões consistiram de três cilindros de 10 cm de comprimento e 40 mm de diâmetro, intercalados por dois cilindros de igual comprimento e 38 mm de diâmetro, o que permitiu o seu perfeito encaixe. Entre cada conexão foram usadas telas de plástico, para distribuir uniformemente o fluxo de ar. Os ácaros predadores a serem testados foram liberados na extremidade ímpar do “Y”. Os reservatórios de PVC e o tubo de vidro em Y foram trocados após cada tratamento, lavados com detergente neutro, enxaguados várias vezes em água corrente e secos ao ar.

Testes Determinantes dos Estímulos Olfativos Usados por *N. californicus*. Com o objetivo de verificar a calibragem do olfatômetro, foram realizados testes preliminares para avaliar a frequência relativa e o tempo médio de execução do percurso por *N. californicus* em resposta ao tratamento considerado controle (= ar puro). A porcentagem de resposta entre os tratamentos ar puro x ar puro não foi significativa segundo o teste Qui-quadrado ($\chi^2 = 0,065$; $P = 0,09$), demonstrando que o aparelho estava calibrado.

As fêmeas adultas de *N. californicus*, em privação alimentar por 24h, foram liberadas individualmente na extremidade ímpar do olfatômetro em “Y” com o auxílio de um pincel fino. Em um dos braços do “Y” foi colocado o estímulo e no outro, ar puro. Quando o predador se moveu até uma marca que correspondeu a 4/5 do braço com o estímulo, considerou-se a resposta como positiva, enquanto foi negativa quando este se moveu para a marca do braço com ar puro. A cada 10 liberações de diferentes indivíduos de *N. californicus* foram substituídas as fontes de estímulo, e a cada 20 liberações, a posição das fontes de estímulo e ar puro nos braços do “Y” do olfatômetro foi invertida, com o objetivo de evitar tendenciosidade dos resultados.

O tempo de percurso do ácaro predador até a fonte de odor foi determinado com auxílio de um cronômetro. O tempo limite da permanência do ácaro predador dentro do tubo foi de 10 min. para cada ácaro liberado, considerando o tempo que *N. californicus* permaneceu parado no início da pista. Após esse período, se o ácaro não respondeu, este foi descartado. A frequência relativa das respostas binomiais foi analisada com o teste Qui-quadrado ($\alpha = 0,05$).

Resultados e Discussão

Respostas Olfativas aos Estímulos de *P. ulmi* e *T. urticae* em Macieira. No olfatômetro em tubo em Y a uma distância de 30 cm, as respostas de *N. californicus* variaram de acordo com o tipo de estímulo oferecido (Fig. 1A, B). Dos oito tratamentos testados, foram significativos os estímulos oriundos das folhas sadias de macieira associados a ambas as presas e seus subprodutos (T_4) e de todos os tratamentos relacionados com folhas de macieiras infestadas por *P. ulmi* e *T. urticae* (T_5 , T_6 , T_7 e T_8). Além disto, os estímulos das folhas sadias associados somente aos subprodutos da presa, no caso de *T. urticae*, também foram atrativos ao predador (T_3). Esses resultados sugerem que, quando *N. californicus* está relativamente distante do ácaro-vermelho e do ácaro-rajado, os compostos voláteis oriundos dessas presas e seus subprodutos auxiliam em seu comportamento de busca.

É de se ressaltar que os estímulos olfativos oriundos das folhas atacadas (T_3), sem a presença de voláteis das presas, também foram capazes de promover acentuada atratividade no ácaro predador. Isso indica que os estímulos emitidos pela planta hospedeira atacada pelas presas também podem servir como sinalizadores de sua localização, o que concorda com resultados obtidos para outras espécies de ácaros predadores (Greany & Hagen 1981, Hoy & Smilanick 1981, Sabelis & Dicke 1985, Koveos et al. 1995). Também corroboram os resultados de várias pesquisas envolvendo as interações entre o ácaro predador *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *T. urticae* e feijoeiro, que demonstraram que as folhas emitem voláteis que atraem o predador (Baldwin & Schultz 1983, Dicke et al. 1990, 1993a,b, Takabayashi et al. 1994). Por outro lado, nossos resultados com *P. ulmi* diferem daqueles obtidos para a mesma interação na simulação do ambiente de uma folha (Collier et al. 2000), pois naquela situação de maior proximidade à presa, os predadores não responderam aos estímulos oriundos de folhas de macieira atacadas (T_3). Portanto, à medida que *N. californicus* se aproxima de *P. ulmi*, os estímulos olfativos mais específicos, tais como os emanados pelo próprio ácaro ou por seus subprodutos (ovos, fezes e exúvias), parecem ser mais importantes que os voláteis da planta para a localização desta presa. Já para *T. urticae*, os resultados aqui obtidos correspondem exatamente àqueles obtidos para o ambiente de uma folha (Collier et al. 2000), ou seja, tanto os voláteis da planta hospedeira atacada como desta presa e seus subprodutos parecem ser importantes para o comportamento de busca de *N. californicus* em ambas as distâncias testadas.

Respostas Olfativas aos Estímulos de *T. urticae* nas Plantas Invasoras. Apesar de as três espécies de plantas invasoras testadas serem reconhecidamente hospedeiras de *T. urticae* durante o inverno e primavera (L.B. Monteiro, observações pessoais), os resultados obtidos quanto à atratividade destas em associação ou não com o ácaro fitófago e seus subprodutos foram bastante contrastantes. Os tratamentos com *S. rhombifolia* que exerceram atração significativa em *N. californicus* (T_2 , T_6 , T_7 e T_8 ; Fig. 2A) não demonstram claramente qual o estímulo olfativo preponderante na localização da presa, mas sugerem que o predador é atraído preferencialmente pelas folhas atacadas associadas aos ácaros fitófagos ou aos seus subprodutos, corroborando resultados de outros autores (Hislop & Prokopy 1981, Sabelis et al. 1984, McMurtry et al. 1991-1992).

Já em *P. tomentosa*, todos os quatro tratamentos testados envolvendo folhas sadias na presença ou não dos ácaros fitófagos e seus subprodutos atraíram significativamente o ácaro predador (Fig. 2B). Embora não tenha sido possível testar o predador com folhas atacadas (vide Material e Métodos), os resultados obtidos indicam que tanto os compostos voláteis das plantas como os subprodutos de *T. urticae* são importantes sinalizadores da presença dessa presa em tanchagem. Apesar de *P. tomentosa* não ter sido aceita como planta hospedeira de *T. urticae* em laboratório, ela parece emitir aleloquímicos que atraem *N. californicus*, e como trata-se de uma planta que floresce o ano todo (Lorenzi 1994), pode fornecer pólen constantemente para o ácaro predador.

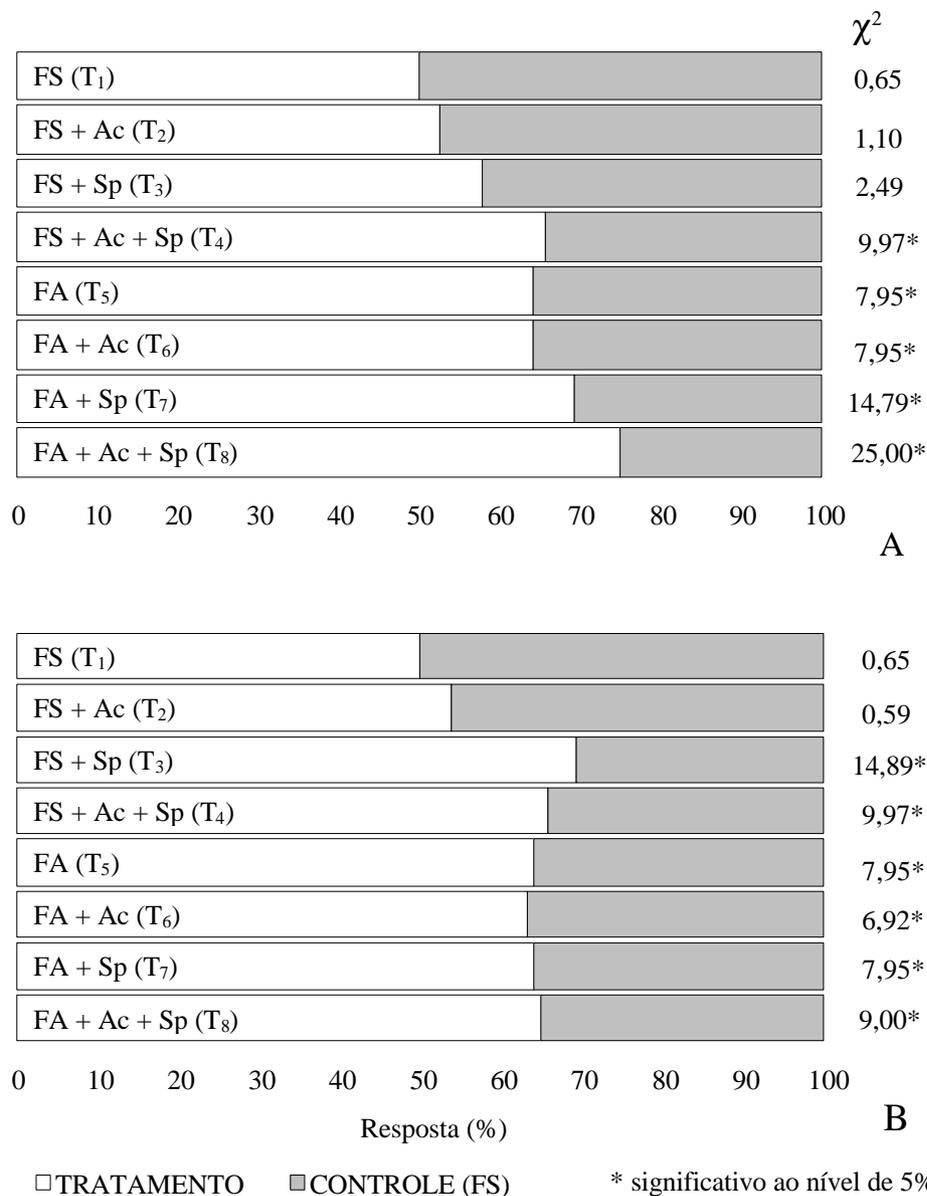


Figura 1. Respostas olfativas de *N. californicus* no olfatômetro de tubo em Y em relação aos aleloquímicos da planta hospedeira (macieira) e da presa: *P. ulmi* (A) e *T. urticae* (B). FS = folha sadia; FA = folha atacada; Ac = ácaro; Sp = subprodutos da presa: fezes, ovos e exúvias, com a adição de teias em B (n = 40).

Por outro lado, nenhum dos oito tratamentos resultou na atração de *N. californicus* quando a planta envolvida era *T. officinale* (Fig. 2C); além disto, quando somente a folha sadia foi testada, esta exerceu até uma certa repulsão, pois a grande maioria dos ácaros (72,5%) preferiu deslocar-se em direção ao ar puro (controle). Este efeito das folhas de dente-de-leão aparentemente mascara a presença dos outros voláteis oriundos das presas ou de seus subprodutos. Outros estudos são necessários para determinar a composição química dessas folhas, a fim de identificar o composto que promove esse comportamento. Entretanto, as flores de *T. officinale* são atraentes para o predador, sugerindo que, no processo de localização à longa distância, provavelmente o ácaro predador

não utiliza os voláteis emitidos pelas folhas de *T. officinale* como indicadores de fonte de alimento, mas sim os das flores.

Respostas Olfativas aos Estímulos das Flores das Plantas Invasoras. Nas três espécies de plantas testadas, as flores (T₆) atraíram significativamente *N. californicus* (Fig. 2A, B e C). Com a chegada do inverno e a queda das folhas das macieiras, a disponibilidade de alimento nas árvores diminui, por conseguinte, inicia-se a dispersão do ácaro predador para as plantas invasoras do pomar, que permanecem vegetando e florescendo nessa época. Como a dispersão é passiva, o predador não tem controle sobre o local para onde será deslocado (Johnson & Croft 1981, Sabelis & Afman 1984,

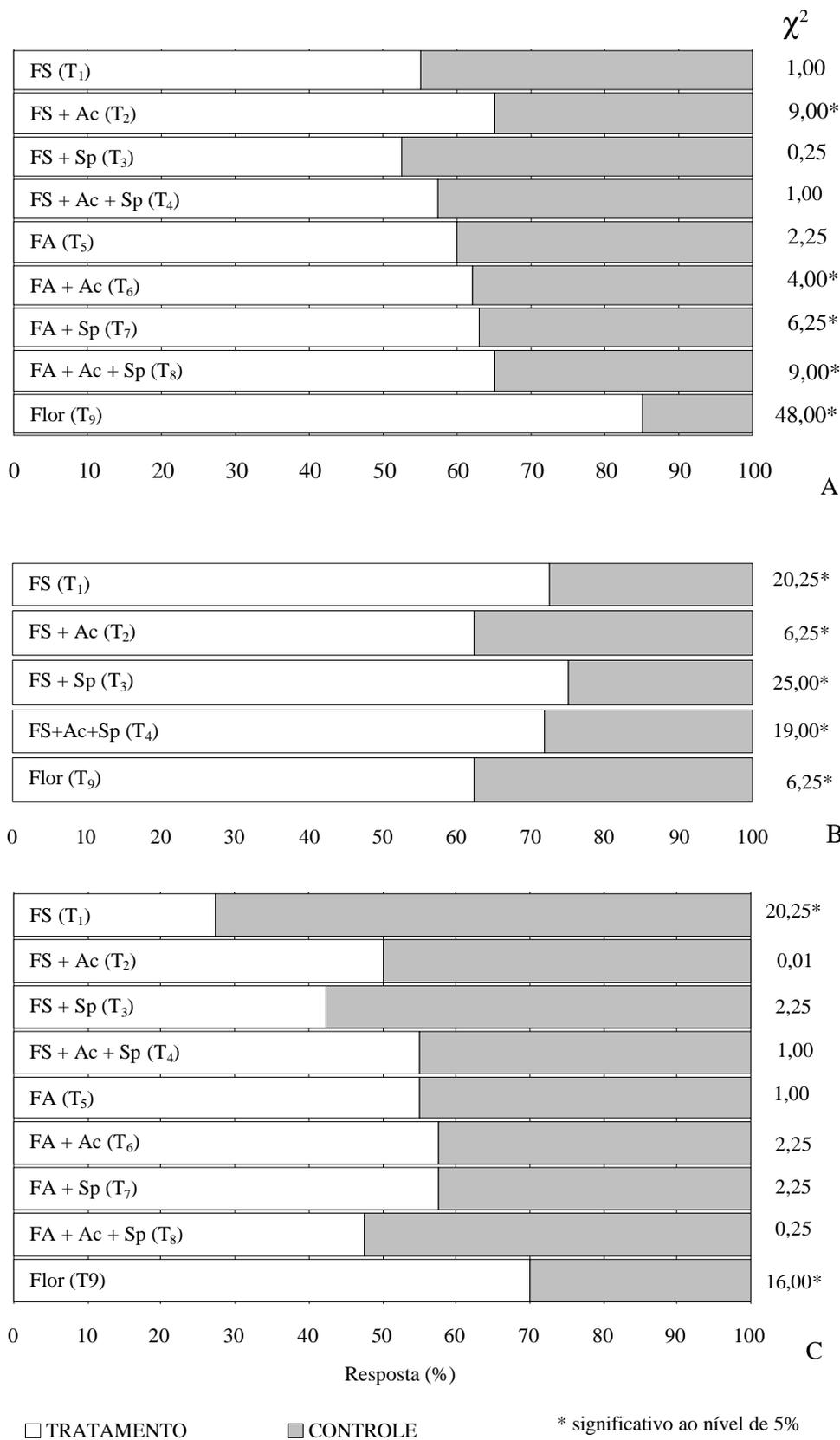


Figura 2. Respostas olfativas de *N. californicus* no olfatômetro de tubo em Y em relação aos aleloquímicos de *T. urticae* e plantas hospedeiras (A = *S. rhombifolia*; B = *P. tomentosa*; C = *T. officinale*). FS = folha sadia; FA = folha atacada; Ac = ácido; Sp = subprodutos da presa: fezes, ovos, exúvias e teias (n = 40, exceto para T₂ de C, onde n = 38).

Sabelis & Dicke 1985). Após atingirem as invasoras, uma série de novos estímulos estão disponíveis para o predador, que inicia a procura por odores relacionados às suas fontes de alimento (Murlis *et al.* 1992, Browne 1993). Nessa fase, o ácaro predador, que consome energia tanto no deslocamento como no estabelecimento de uma nova população nessas plantas, necessita complementar sua dieta com vitamina A e carotenóides encontrados no pólen (Overmeer & van Zon 1983, Dicke *et al.* 1986), o que explica a grande atratividade exercida pelas flores de *S. rhombifolia*, *T. officinale* e *P. tomentosa*. Como o grão de pólen não contém substâncias muito voláteis, possivelmente as flores dessas espécies emanam compostos voláteis que atraem *N. californicus*.

Respostas Olfativas aos Estímulos das Folhas Sadias de Guanxuma, Dente-de-leão e Tanchagem. Nos testes de preferência das plantas invasoras do pomar, o ácaro predador, na presença do dilema folha sadia de *S. rhombifolia* em um braço do olfatómetro versus folha sadia de *P. tomentosa* no outro, não respondeu significativamente para nenhuma das opções (Fig. 3). Por outro lado, quando o dilema consistiu de *T. officinale* em um braço do olfatómetro e *S. rhombifolia* ou *P. tomentosa* no outro, apenas cerca de 20% dos ácaros predadores deslocaram-se em direção à primeira, o que corrobora os resultados anteriores, ou seja, que esta planta exerce efeito repelente sobre *N. californicus* (Harborne 1993).

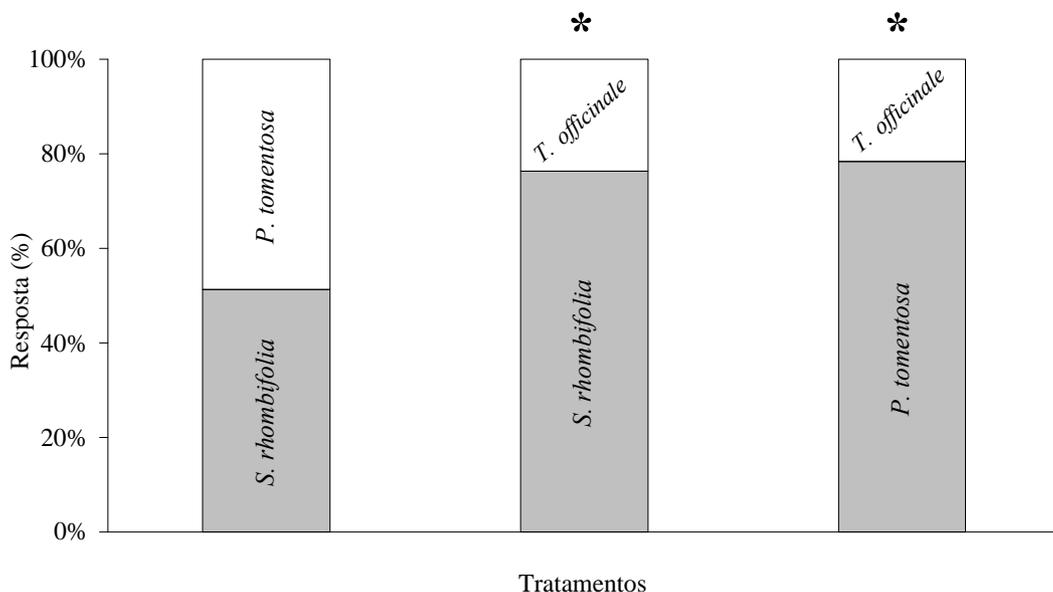
Implicações para o Controle de *T. urticae* e *P. ulmi*. Os resultados obtidos nos experimentos com olfatómetro acima descritos, aliados àqueles obtidos na simulação do ambiente de uma folha (Collier *et al.* 2000), demonstram o importante papel que os compostos voláteis emitidos pelas plantas

hospedeiras de *T. urticae* e *P. ulmi*, assim como pelos próprios ácaros e por seus subprodutos, exercem na localização da presa por *N. californicus*. Conforme sugerido por Dicke *et al.* (1990), o aumento na eficiência de busca dos inimigos naturais através do uso de cultivares de plantas que emitem maiores concentrações de aleloquímicos a eles atrativos é uma das melhores possibilidades de uso de infoquímicos no controle de pragas. Portanto, investigações no sentido de selecionar cultivares de macieira com maior potencial de liberação de voláteis atrativos a *N. californicus* poderiam levar a uma magnificação do efeito controlador deste predador sobre populações de *T. urticae* e *P. ulmi*.

Além disto, os resultados obtidos com a atratividade exercida pelas plantas invasoras denotam o duplo papel exercido pelas mesmas. Por um lado, sua presença nos pomares representa uma ameaça, pois permitem a permanência das populações de *T. urticae* durante o inverno e, portanto, uma fonte de repovoamento dessa praga das macieiras *in loco*. Por outro lado, podem servir como fonte de alimento para o ácaro predador, tanto diretamente, através da oferta de pólen, como indiretamente, por hospedarem uma de suas presas em época desfavorável para sobreviver nas macieiras. Para o manejo dos pomares, é importante que se leve em consideração a necessidade de oferecer plantas que forneçam alimento para a sobrevivência de *N. californicus* durante as épocas desfavoráveis, cuja localização é intermediada decisivamente pelos compostos voláteis por elas emitidos.

Agradecimentos

À Fundação Estadual Norte Fluminense pelo financiamento da pesquisa e pelas bolsas de Mestrado e de



* significativo ao nível de 5%

Figura 3. Testes de escolha de *N. californicus* em olfatómetro de tubo em Y em relação aos aleloquímicos das folhas sadias das plantas hospedeiras (*S. rhombifolia*, *P. tomentosa* e *T. officinale*) (n = 40).

Iniciação Científica concedidas ao primeiro e quinto autores, respectivamente. Ao CNPq pela bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida ao segundo e terceiro autores. Ao Prof. Silvério de Paiva Freitas (UENF) pela identificação das plantas invasoras. Aos Profs. José Oscar Gomes de Lima (UENF) e Evaldo Ferreira Vilela (UFV) pelas valiosas sugestões.

Literatura Citada

- Baldwin, I. T. & J.C. Schultz. 1983.** Rapid changes in tree leaf chemistry induced by damage: evidence for communication between plants. *Science* 221: 277-279.
- Browne, L.B. 1993.** Physiologically induced changes in resource-oriented behavior. *Annu. Rev. Entomol.* 38: 1-25.
- Collier, K.F.S., A.E. Eiras, G.S. Albuquerque, J.L. Blackmer, M.C. Araújo & L.B. Monteiro. 2000.** 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). *An. Soc. Entomol. Brasil* 29: 705-713.
- Costa-Comelles, J., F. Garcia-Marí, F. Ferragut, R. Laborda & C. Marzal. 1986.** Bioecología de ácaros depredadores y fitófagos en manzanos de Lerida. *Actas do II Congresso S.E.C.H. Córdoba*, v.2, p. 1007-1016.
- Dicke, M. & M.W. Sabelis. 1988.** How plants obtain predatory mites as bodyguards. *Neth. J. Zool.* 38:148-165.
- Dicke, M., M.W. Sabelis & A. Groeneveld. 1986.** Vitamin A deficiency modifies response of predatory mite *Amblyseius potentillae* to volatile kairomone of two-spotted mite, *Tetranychus urticae*. *J. Chem. Ecol.* 12: 1389-1396.
- Dicke, M., M.W. Sabelis, J. Takabayashi, J. Bruin & M.A. Posthumus. 1990.** Plant strategies of manipulating predator-prey interactions through allelochemicals: Prospects for application in pest control. *J. Chem. Ecol.* 16: 3091-3118.
- 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. Bourgoïn, 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). *ANPP- 3eme Conference Internationale sur Ravageurs en Agriculture*, Montpellier, p. 587-596.
- Greany, P. D. & K.S. Hagen. 1981.** Prey selection, p. 121-135. In D.A. Nordlund, R.L. Jones & W.J. Lewis (eds.) *Semiochemicals, their role in pest control*. New York, John Wiley & Sons, 306p.
- Harborne, J.B. 1993.** Introduction to ecological biochemistry, 4.ed. London, Academic Press, 318p.
- Hislop, R.G. & R.J. Prokopy. 1981.** Mite predator responses to prey and predator-emitted stimuli. *J. Chem. Ecol.* 7: 895-902.
- Hoy, M.A. & J.M. Smilanick. 1981.** Non-random prey location by the phytoseiid predator *Metaseiulus occidentalis*: Differential responses to several spider mites species. *Entomol. Exp. & Appl.* 29: 241-253.
- Johnson, D.T. & B.A. Croft. 1981.** Dispersal of *Amblyseius fallacis* (Acarina: Phytoseiidae) in apple ecosystem. *Environ. Entomol.* 10: 313-319.
- Koveos, D.S., N.A. Kouloussis & G.D. Broufas. 1995.** Olfactory responses of the predatory mite *Amblyseius andersoni* Chant (Acari: Phytoseiidae) to bean plants infested by the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *J. Appl. Entomol.* 119: 615-619.
- Lorenzi, H. 1994.** Manual de identificação e controle de plantas daninhas, 4.ed. Nova Odessa, Ed. Plantarum, 336p.
- McMurtry, J.A., G.J. Moraes & H.G. Johnson. 1991-1992.** Arrestment responses of some phytoseiid mites to extracts of *Oligonychus punicae*, *Tetranychus urticae* and pollen. *Israel J. Entomol.* 15-16: 29-34.
- McMurtry, J.A. & J.G. Rodriguez. 1987.** Nutritional ecology of phytoseiid mites, p. 609-644. In F. Slansky Jr. & J.G. Rodriguez (eds.) *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. New York, John Wiley & Sons, 1016p.
- 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.
- Murlis, J., J.S. Elkinton & R.T. Cardé. 1992.** Odor plumes and how insects use them. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 505-532.
- Overmeer, W.P.J. & A.Q. Van Zon. 1983.** The effect of different kinds of food on induction of diapause in the

predaceous mite *Amblyseius potentillae*. Entomol. Exp. Appl. 33: 27-30.

Rodriguez J.G. & L.D. Rodriguez. 1987. Nutritional ecology of phytophagous mites, p. 177-208. In F. Slansky Jr. & J.G. Rodriguez (eds.) Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates. New York, John Wiley & Sons, 1016p.

Sabelis, M.W. & B.P. Afman. 1984. Synomone-induced suppression of take-off in the phytoseiid mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. Exp. Appl. Acarol. 18: 711-721.

Sabelis, M.W. & H.E. van de Baan. 1983. Location of distant spider mite colonies by phytoseiid predators: Demonstration of specific kairomones emitted by *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi*. Entomol. Exp. Appl. 33: 303-314.

Sabelis, M.W., L.E. Vermaat & A. Groeneveld. 1984.

Arrestment responses of the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis*, to steep odour gradients of a kairomone. Physiol. Entomol. 9: 437-446.

Sabelis, M.W. & M. Dicke. 1985. Long-range dispersal and searching behaviour, p. 141-160. In W. Helle & M.W. Sabelis (eds.) Spider mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 458p.

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.

Received 02/02/01. Accepted 30/09/01.
