

COMUNICAÇÃO

INFOQUÍMICOS DE TOMATEIRO MEDIAM O COMPORTAMENTO DE HERBÍVOROS?¹

Luciano Rezende Moreira²
Eugênio Eduardo de Oliveira²
Eduardo Hatano²
Angelo Pallini²
Evaldo Ferreira Vilela²
Frederico Nunes Borges de Lima³

RESUMO

As plantas podem se comunicar por meio de compostos voláteis, denominados infoquímicos, o que é importante na estruturação das teias alimentares e pode interferir na interação planta-herbívoro-inimigo natural. Avaliou-se a ocorrência de comunicação intraespecífica de plantas de tomate, mediada por infoquímicos, determinando a resposta olfativa do ácaro-vermelho (*Tetranychus evansi*) e do pulgão (*Myzus persicae*) aos odores dessas plantas. Foram oferecidas aos ácaros e pulgões como fontes de voláteis, plantas de tomate limpas, mantidas próximas de plantas atacadas e plantas limpas mantidas longe de plantas atacadas, em um olfatômetro de tubo em Y. As plantas atacadas eram infestadas e mantidas apenas com ácaros-vermelhos. Não ocorreram diferenças significativas na tomada de decisão dos herbívoros. Algumas espécies de plantas infestadas por herbívoros são capazes de induzir a ativação da defesa de plantas vizinhas da mesma espécie. Entretanto, neste estudo não foi verificada alteração na tomada de decisão de herbívoros na localização de plantas de tomate infestadas por ácaros-vermelhos e plantas limpas mantidas próximas a plantas infestadas. As implicações ecológicas dos resultados obtidos foram discutidas.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, *Tetranychus evansi*, *Myzus persicae*, teias alimentares.

¹ Aceito para publicação em 19.02.2004.

² Departamento de Biologia Animal da UFV. 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: luciano@insecta.ufv.br

³ Estudante de Agronomia da UFV.

ABSTRACT**DO TOMATO PLANT INFOCHEMICALS MEDIATE HERBIVORE BEHAVIOR?**

Plants can communicate through volatiles, referred to as infochemicals which play an important role in the structuring of food webs and can interfere in plant-herbivore-natural enemy interactions. The occurrence of intraspecific communication of tomato plants, mediated by infochemicals, was evaluated by determining the olfactory response of *Tetranychus evansi* and *Myzus persicae* to the odours from these plants. Clean tomato plants that were maintained close of plants attacked and clean plants that were maintained away from attacked plants were offered as source of volatiles for *T. evansi* and *M. persicae* in a Y-tube olfactometer. The attacked plants were infested and kept only with *T. evansi*. There were no significant differences in herbivore responses. Some plant species infested by herbivores are able to induce the defense system of neighboring plants of the same species. However, in this study, changes were not found in the decision of herbivores in locating tomato plants infested by *T. evansi* and clean plants kept close to infested plants. Ecological implications of these results are discussed.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, *Tetranychus evansi*, *Myzus persicae*, food webs.

Os infoquímicos são, em muitos casos, responsáveis pelas interações intra e interspecíficas em uma teia alimentar. Por meio deles, os indivíduos que compõem esta teia podem responder a situações de risco, como predação e competição, ou oportunidades, como abundância de alimento, abrigo e parceiros para a reprodução (25). Dentre esses indivíduos, encontram-se os insetos e os ácaros, cujos sistemas de percepção química são bastante desenvolvidos, tornando-se importante ferramenta para a sobrevivência individual e evolução da espécie.

Essa percepção química não é feita somente pelos animais, mas também pelos vegetais (22). As plantas possuem sistemas de defesa complexos, diretos e indiretos, capazes de responder a estímulos, promovendo o espessamento da parede celular e a produção de exudados e proteínas (inibidores de proteinases, polifenol oxidases, peroxidases e lipoxigenases) e de voláteis, para a atração de inimigos naturais (4, 16, 20).

Os voláteis produzidos pelas plantas podem ser percebidos não apenas pelos inimigos naturais de herbívoros, como sinal de socorro, mas também por outros vegetais e herbívoros, afetando o comportamento destes de acordo com as peculiaridades da espécie e as condições ambientes (5, 23). Chamberlain et al. (3) também constataram a comunicação interespecífica entre plantas de feijão atacadas por afídeos, por meio de exudados liberados na rizosfera.

Segundo Bruin et al. (2), plantas de tomate sadias que receberam odores provenientes de plantas atacadas por herbívoros tornaram-se mais atrativas aos predadores destes herbívoros. Esta informação é fundamental

para compreender as interações que passam a ocorrer entre planta-herbívoros-inimigo natural e determinam a estrutura das teias alimentares (15).

Ao contrário do que vem sendo feito em alguns programas de controle biológico que visam apenas introduzir inimigos naturais pela criação massal ou importação, sem estudos sobre os comportamentos e interações desses organismos (26), é fundamental compreender que plantas, herbívoros e inimigos naturais são parte de uma teia alimentar complexa e que os sinais químicos emitidos por um membro desta teia podem provocar comportamentos ainda mais intrincados nos receptores.

É fundamental o estudo de comportamento dos membros de uma teia alimentar formada, visando entender as respostas comportamentais do receptor de um sinal químico e a emissão deste volátil. Para um programa de controle biológico de pragas responsável, é imprescindível a realização de estudos prévios que visem evitar insucessos ou problemas ambientais.

Neste trabalho, foram investigadas as respostas olfativas de duas pragas de importância econômica da cultura do tomateiro, o ácaro-vermelho *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) e o pulgão *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae), aos odores das plantas de tomate limpas versus plantas de tomate limpas que receberam odores de plantas infestadas por *T. evansi*. Testou-se, assim, a capacidade de comunicação intraespecífica entre plantas de tomate e a possível influência no comportamento de herbívoros aos odores emitidos por estas plantas, como constatado em carnívoros, em outros estudos, como os de Bruin et al. (2).

O trabalho objetivou responder à pergunta: plantas de tomate são capazes de trocar informações por meio de infoquímicos, diminuindo a atração a herbívoros, como *T. evansi* e *M. persicae*?

Material e métodos. Sementes da variedade Santa Clara I-5300 foram semeadas sobre substrato em bandejas de isopor (8 x 16 células), em casas de vegetação. O transplante das mudas para copos plásticos de 300mL foi feito aos 23 dias após a semeadura e mantido até o 35º dia. Após o transplante, utilizou-se como substrato uma mistura de esterco bovino curtido e solo (1:1) e fertilizante 4-14-8.

As mudas foram irrigadas diariamente, e as que sofreram ataque de herbívoros ou fitopatógenos foram descartadas e eliminadas da casa de vegetação. As restantes foram divididas em dois grupos de produção diferentes. O primeiro, a partir do 28º até o 35º dia, foi mantido ao lado de plantas da mesma idade infestadas com 300 ácaros-vermelhos e colocadas dentro de garrafas plásticas transparentes de dois litros. Nestas, foram feitas aberturas retangulares (20 x 40 cm), cobertas com organza para evitar a saída dos ácaros e permitir apenas a ventilação e a troca de odores.

Para cada conjunto com quatro plantas havia duas plantas atacadas mantidas dentro das garrafas. Este tratamento foi mantido dentro da casa de vegetação onde se encontrava a criação massal do ácaro-vermelho. O segundo tratamento foi mantido em outra casa de vegetação, onde não haviam plantas de tomate atacadas pelo ácaro-vermelho.

As plantas de tomate limpas que receberam odores provenientes de plantas infestadas eram previamente protegidas em recipientes cobertos por organza, impedindo a infestação dos herbívoros e permitindo as trocas de odores. Para cada grupo de quatro plantas limpas foram colocadas juntas duas plantas infestadas por 300 ácaros cada uma.

As ninfas e adultos de *T. evansi* foram criados sobre plantas de tomate da variedade Santa Clara I-5300 e mantidos em casa de vegetação. Os ácaros predadores e outros herbívoros foram separados e eliminados com auxílio de lupa e pincel, para evitar a contaminação com *T. evansi*. As plantas de tomate usadas para a criação dos ácaros foram renovadas a cada três semanas.

Os pulgões foram criados em plantas de tomate da variedade Santa Clara de diversos estádios fenológicos, em casas de vegetação, sendo necessária a troca de algumas plantas, principalmente as mais velhas, devido ao forte ataque de viroses transmitidas pelos pulgões. Os pulgões mais desenvolvidos eram selecionados com o auxílio de uma pinça, a fim de serem utilizados na infestação de novas plantas ou de outras partes das plantas, visando aumentar a colônia. Somente adultos ápteros, com aproximadamente dois milímetros de comprimento, foram usados no experimento.

Em um olfatômetro de tubo em Y (12, 14, 17, 19), foram oferecidas duas fontes de voláteis para se estudar a tomada de decisão de fêmeas adultas de *T. evansi* e adultos ápteros de *M. persicae*. Em cada braço do olfatômetro foi conectado, por meio de mangueiras de plástico transparente, um *container* de acrílico (50 x 36 x 43 cm), onde foram colocadas as fontes de odores.

Uma bomba de vácuo foi conectada na base do olfatômetro para formar uma corrente de ar contendo os voláteis das fontes dentro do olfatômetro. A velocidade da corrente de ar ($v = 0,10 \text{ m.s}^{-1}$ em cada braço, nos testes com os ácaros, e $v = 0,45 \text{ m.s}^{-1}$, nos com pulgões) foi calibrada na bomba de vácuo e em registros adaptados à mangueira do olfatômetro e medida por fluxômetros digitais. As velocidades foram testadas previamente, visando obter a melhor resposta dos artrópodes na tomada de decisão.

Para avaliar se os experimentos não foram afetados por outros fatores diferentes dos voláteis, foram liberados 60 ácaros-vermelhos e 60 pulgões, em três repetições, sem nenhuma fonte de odor. Não houve diferença significativa na direção seguida pelos herbívoros nos dois braços

do olfatômetro, demonstrando que o comportamento dos herbívoros não foi afetado por outras variáveis.

Foram oferecidas, como fonte de voláteis para os ácaros e pulgões, plantas limpas mantidas perto de plantas atacadas por *T. evansi* versus plantas limpas. Os ácaros e os pulgões foram previamente deixados em jejum por 24 horas e testados individualmente. Cada animal-teste era colocado na extremidade basal do olfatômetro e passava a caminhar sobre o arame, contra a corrente de ar formada, em direção às fontes de voláteis, estando sujeito a uma tomada de decisão na junção do tubo por uma das fontes.

Foram testadas 60 fêmeas adultas de ácaros-vermelhos e 60 pulgões adultos por experimento, contendo cada um três repetições, onde eram testados individualmente 20 animais.

Após a liberação dos animais-testes na extremidade basal do olfatômetro, foi tolerado um prazo de até cinco minutos para os artrópodes escolherem as fontes de odores. Após este prazo sem escolha, eles eram eliminados. De um total de 60 ácaros e 60 pulgões liberados, apenas 3 e 5, respectivamente, ultrapassaram os cinco minutos tolerados, sendo, portanto, eliminados.

A cada cinco animais testados, as fontes de odores (compostas por três plantas em cada *container*) eram trocadas de posição nos braços do olfatômetro, em razão de possíveis interferências do meio ambiente, e as fontes de odores eram substituídas a cada repetição, evitando-se a pseudo-repetição. Os resultados foram submetidos ao teste binomial a 5% (19).

Resultados e discussão. Não houve diferença significativa na tomada de decisão do ácaro-vermelho e do pulgão quanto às plantas limpas mantidas perto de plantas atacadas (Quadro 1). Este resultado difere de outros que comprovam a comunicação intraespecífica de plantas influenciando o comportamento de herbívoros, como o trabalho de Dicke e Dijkman (8). No presente trabalho, avaliou-se a comunicação entre plantas de tomate exclusivamente por meio de voláteis, diferentemente da comunicação pelos exudados liberados na rizosfera por plantas de feijão mediando interações de ácaros predadores e ácaros fitófagos, testados por Dicke e Dijkman (8).

As plantas são capazes de sinalizar vários tipos de informação pela parte aérea (27) e mesmo subterraneamente pelas raízes (18). Estas informações são capazes de afetar vários organismos, desde simbiontes fixadores de nitrogênio (28) e polinizadores (21) a até mesmo plantas parasitas (10).

Os voláteis emitidos pelas plantas podem afetar o desenvolvimento de artrópodes herbívoros e carnívoros (1, 6, 7, 20, 24), podendo causar resposta fisiológica em plantas vizinhas não danificadas (9).

Hori e Komatsu (11) mostraram que os afídeos usam os odores emitidos por plantas infestadas por seus co-específicos para colonizá-las. Segundo Pallini et al. (14) e Janssen et al. (13), os ácaros fitófagos aparentemente usam informações voláteis para escapar da predação, evitar competição por recurso, explorar o ambiente ao seu redor, localização de planta-hospedeira e de parceiros para o acasalamento.

Os experimentos realizados neste trabalho minimizam a participação de co-específicos e heteroespecíficos na emissão de voláteis, já que as fontes de voláteis utilizadas eram exclusivamente de plantas de tomate, variando apenas se estas plantas eram mantidas próximas ou distantes de outras atacadas por ácaros-vermelhos. Testou-se, assim, apenas a resposta olfativa de herbívoros, excluindo testes com predadores.

Os voláteis produzidos pelas plantas de tomate não foram percebidos como diferentes por *T. evansi* nem por *M. persicae* na tomada de decisão (Quadro 1), ou seja, estes resultados diferem dos encontrados por outros autores, como Dicke e Dijkman (8), os quais observaram que plantas atacadas podem induzir a ativação de defesa das plantas vizinhas da mesma espécie não atacadas, afetando o comportamento de herbívoros e carnívoros.

QUADRO 1 - Total de fêmeas de *Tetranychus evansi* e *Myzus persicae* que se dirigiram às fontes de odores de plantas de tomate mantidas perto de plantas atacadas por co-específicos (PP) e plantas mantidas em outro ambiente (PL), em olfatômetro de tubo em Y. Em cada repetição foram testados 20 animais, totalizando 60 ácaros e 60 pulgões utilizados no experimento. Os dados foram submetidos ao teste de distribuição binomial ($P \leq 0,05$).

Herbívoro	Fontes de odores		Teste binomial ($P \leq 0,05$)
	PL	PP	
<i>Tetranychus evansi</i>	24	36	0,0775 n.s.
<i>Myzus persicae</i>	25	35	0,1225 n.s.

n.s.= não-significativo.

Concluiu-se que plantas de tomate sadias que recebem odores provenientes de plantas atacadas por *T. evansi* não são capazes, por meio de infoquímicos, de alterar o comportamento de herbívoros na tomada de decisão entre plantas limpas mantidas longe das atacadas e plantas limpas mantidas próximas das atacadas.

REFERÊNCIAS

1. BOLAND, W.; Koch, T.; KRUMM, T.; PIEL, J. & JUX, A. Induced biosynthesis of insect semiochemicals in plants. In: Chadwick, D. J. & Goode, J. (eds.). Insect-plant interactions and induced plant defense. Chicester, Wiley, 1995. p. 110-26. (Novartis Foundation Symposium 223).
2. BRUIN, J.; SABELLIS, M. W. & DICKE, M. Do plant tap SOS signals from their infested neighbours? *Tree*, 10:167-70, 1995.
3. DICKER, P. & LEVING, G. (eds.). *The ecology and evolution of inducible defenses*. Princeton, Princeton University Press, NJ, 2001. p. 62-88.
6. DICKE, M. Are herbivore-induced plant volatiles reliable indicators of herbivore identity to foraging carnivorous arthropods? *Entomol. Exp. Appl.* 91: 131-42, 1999.
7. DICKE, M & VAN LOON, J. J. A. Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. *Entomol. Exp. Appl.* 97: 237-49, 2000.
8. DICKE, M. & DIJKMAN, H. Within-plant circulation of systemic elicitor of induced defense and release from roots of elicitor that affects neighbouring plants. *Biochem. Syst. Ecol.*, 29: 1075-87, 2001.
9. DICKE, M. & BRUIN, J. Chemical information transfer between plants: back to the future. *Biochem. Syst. Ecol.*, 29: 981-94, 2001
10. ESTABROOK, E. M. & YODER, J. I. Plant-Plant communications: rhizosphere signaling between parasitic angiosperm and their hosts. *Plant Physiol.*, 116: 1-7, 1998.
11. HORI, M. & KOMATSU, H. Repellence of rosemary oil and its components against the onion aphid, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Homoptera, Aphididae). *Appl. Entomol. Zool.*, 32: 302-10, 1999.
12. JANSSEN, A.; BRUIN, J.; JACOBS, G.; SCHRAAG, R. & SABELIS, M. W. Predators use odours to avoid prey patches with conspecifics. *J. Anim. Ecol.*, 66: 223-32, 1997.
13. JANSSEN, A.; PALLINI, A.; VENZON, M. & SABELIS, M. W. Behaviour and indirect interactions in food webs of plant-inhabiting arthropods. *Exp. Appl. Acarol.*, 22: 497-521, 1998.
14. PALLINI, A.; JANSSEN, A. & SABELIS, M. W. Odour-mediated responses of phytophagous mites to conspecific and heterospecific competitors. *Oecologia* 110: 179-85, 1997.
15. POLLIS, G. A. & WINEMILLER, K. O. Food webs: integration of patterns and dynamics. London, Chapman & Hall, 1996. 472 p.
16. PRICE, P.W. Insect ecology. 3rd ed. New York, Wiley, 1997. 874 p.
17. REDDY, G. V. P.; HOLOPPAINEN, J. K. & GUERRERO, A. Olfactory responses of *Plutella xylostella* natural enemies to host pheromone, larval frass, and green leaf cabbage volatiles. *J. Chem. Ecol.*, 28: 131-43. 2002.
18. ROVIRA, A. D. Plant root exudates. *Bot. Rev.*, 35: 35-57, 1969.
19. SABELIS, M. W. & VAN DE BAAN, H. E. Location of distant spider mite colonies by phytoseiid predators: demonstration of specific kairomones emitted by *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi*. *Entomol. Exp. Appl.*, 33: 303-14, 1983.
20. SABELIS, M. W.; VAN BAALEN, M. ; BAKKER, F. M.; BRUIN, J.; DRUKKER, B., EGAS, M.; JANSSEN, A.; LESNA, I. K.; PELS, B. P.; VAN RIJN & SCUTAREANU, P. The evolution of direct and indirect plant defense against herbivorous arthropods. In:

- Olf, H.; Brown, V. K. & Drent, R. H. (eds.). *Herbivores: between plants and predators*. Oxford, Blackwell Science, 1999. p. 109-66.
21. SCHOONHOVER, L. M.; JERMY, T. & VAN LOON, J. J. A. *Insect-plant biology from physiology to evolution*. London, Chapman & Hall, 1998, 350 p.
 22. SHULAEV, V., SILVERMAN P. & RASKIN., I. Airborne signaling by methyl salicylate in plant pathogen resistance. *Nature*, 383: 718-20, 1997.
 23. TURLINGS, T.C.J.; TUMLINSON, J. H. & LEWIS, W. J. Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science*, 250: 1251-3, 1990.
 24. TURLINGS, T. C. J.; LOUGHRIN, J. H.; McCALL, P. J.; ROSE, U. S. R.; LEWIS, W. J. & TUMLINSON, J. H. How caterpillar-damaged plants protect themselves by attracting parasitic wasps. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 92: 4169-74, 1995.
 25. VET, L. E. M. & DICKE, M. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Ann. Rev. Entomol.*, 37: 141-72, 1992.
 26. VILELA, E. F. & PALLINI, A. Uso dos semioquímicos no controle biológico de pragas. In: Parra, J. R. P. (ed.). *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo, Manole, 2002. p. 529-38.
 27. VISSER, J. H. Host odor perception in phytophagous insects. *Annu. Rev. Entomol.*, 31: 121-44, 1986.
 28. ZAAT, S. A. J.; SCHRIJFSEMA, J.; WIJFFELMAN, C. A.; BRUSSEL, A. A. N. & VAN, LUGTENBERG, B. J. J. Analysis of the major inducers of the *Rhizobium* nod A promoter from *Vicia sativa* root exudate and their activity with different nod D genes. *Plant Mol. Biol.*, 13: 175-88, 1989.