

RENATO DE ALMEIDA SARMENTO

Resposta Comportamental de Artrópodes em Teia Alimentar de  
Tomateiro

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2003

RENATO DE ALMEIDA SARMENTO

Resposta Comportamental de Artrópodes em Teia Alimentar de  
Tomateiro

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para a obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 06 de março de 2003.

---

Dra. Madelaine Venzon  
(Conselheira)

---

Prof. José Henrique Schoereder  
(Conselheiro)

---

Prof. José Eduardo Serrão

---

Prof. Adrián J. Molina-Rugama

---

Prof. Angelo Pallini Filho  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar presente em todos os momentos de minha vida, vitórias e derrotas, alegrias e tristezas, me iluminando e guiando em toda esta longa jornada.

Minha gratidão eterna a meus pais, pela confiança, oportunidades oferecidas, apoio, estímulo e pelo amor incondicional.

A minha irmã Renata pela compreensão, apoio e também pelo empréstimo do seu computador que foi fundamental para a escrita deste trabalho.

A minha irmã Roberta, que com toda sua doçura, muito me incentivou nos momentos que precisei.

Ao amigo e cunhado Raimundo Wagner de Souza Aguiar, pelo companheirismo e sinceridade em todos os momentos que estive presente.

A Stella M. J. Vieira pelo carinho e companheirismo durante o período em que realizei o trabalho.

Ao professor Raul Narciso C. Guedes, pela orientação durante o período do estágio.

A Madelaine Venzon pelos valiosos comentários dados ao trabalho.

Em especial ao prof. Angelo Pallini, que foi mais do que um orientador foi um amigo sincero e dedicado que muito contribuiu para a realização deste trabalho e também para minha formação profissional.

À “Dona” Paula, que mais que uma secretária eficiente, é uma pessoa amável e bem humorada.

Ao professor Hélio Garcia Leite pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao professor José Henrique Schoereder por seus importantes comentários e sugestões.

Aos Colegas Berghem, Adrián, Claudinei, Eugênio (mossoró), Hatano (Japa), Cláudia, Romero, Anderson, Hamilton, Adenir (morangueiro), César (Badji), Daniel, Dany, Fadini, Luciano e Edmar pela boa convivência durante a realização do trabalho.

Aos funcionários do departamento “seu” Chico e Evaristo.

A todas as pessoas que de uma forma ou de outra contribuíram para que atingisse este meu objetivo.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela oportunidade de realização do curso, ao CNPq e a CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

## **BIOGRAFIA**

RENATO DE ALMEIDA SARMENTO, filho de Raimundo Roberto Gonçalves Sarmiento e Jacira Almeida Sarmiento, nasceu em 10 de maio de 1979 na cidade de Gurupi, TO.

Em 1996 iniciou o curso de Agronomia na Universidade do Tocantins onde foi bolsista de Iniciação Científica sob a orientação do professor Julcemar Didonet. Concluiu o curso em janeiro de 2001.

Em Abril de 2001, iniciou o Curso de Mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa sob a orientação do Prof. Angelo Pallini, submetendo-se à defesa de tese em 28 de fevereiro de 2003.

## CONTEÚDO

	<b>Páginas</b>
<b>Resumo</b>	vii
<b>Abstract</b>	ix
<b>Introdução Geral</b>	1
<b>Literatura Citada</b>	5
<b>Capítulo 1 - Resposta do ácaro vermelho, <i>Tetranychus evansi</i> (Acari: Tetranychidae), a odores de plantas de tomate e co-específicos</b>	9
<b>Resumo</b>	9
<b>Abstract</b>	10
<b>1. Introdução</b>	11
<b>2. Material e Métodos</b>	13
<b>3. Resultados</b>	17
<b>4. Discussão</b>	20
<b>5. Literatura Citada</b>	23
<b>Capítulo 2 - Comunicação química entre o predador <i>Cycloneda sanguinea</i> (Coleoptera: Coccinellidae) e o complexo planta-herbívoro</b>	27
<b>Resumo</b>	27
<b>Abstract</b>	28
<b>1. Introdução</b>	29
<b>2. Material e Métodos</b>	31
<b>3. Resultados</b>	35
<b>4. Discussão</b>	38

<b>5. Literatura Citada</b>	41
<b>Capítulo 3 – Resposta funcional de <i>Eriopis connexa</i> (Coleoptera: Coccinellidae) para <i>Myzus persicae</i> (Hemiptera: Aphididae) e <i>Tetranychus evansi</i> (Acari: Tetranychidae)</b>	
<b>Resumo</b>	46
<b>Abstract</b>	47
<b>1. Introdução</b>	48
<b>2. Material e Métodos</b>	49
<b>3. Resultados e Discussão</b>	53
<b>4. Literatura Citada</b>	58
<b>Conclusões Gerais</b>	61

## RESUMO

SARMENTO, Renato de Almeida, M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2003. **Resposta Comportamental de Artrópodes em Teia Alimentar de Tomateiro**. Orientador: Angelo Pallini Filho. Conselheiros: Madelaine Venzon e José Henrique Schoereder.

O efeito da liberação em campo de inimigos naturais com fins fitossanitários pode ser seriamente afetado por cada uma das interações que venham a ocorrer entre os organismos que compõem a teia alimentar na cultura do tomate. Portanto, é indispensável entender todas as interações que venham a ocorrer entre os membros do agroecossistema. Plantas podem produzir odores quando atacadas por herbívoros e estes odores podem ser utilizados pelos herbívoros para localizar a planta-hospedeiro ou ainda pelos inimigos naturais para encontrar esses herbívoros. Os estudos de comportamento são importantes para o entendimento das interações que ocorrem entre os organismos numa teia alimentar. Assim, o presente trabalho objetivou estudar as interações comportamentais entre os predadores *Cycloneda sanguinea* e *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae), que possuem destacado potencial para controle de pragas na cultura do tomate, e os herbívoros *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) e *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) que são pragas de importância econômica da cultura. Para acessar esses resultados foram utilizadas as técnicas de olfatométrie e quantificação do comportamento de predação. Os resultados mostraram que *T. evansi* preferiu o ar limpo a plantas de tomate não infestadas e odores de plantas infestadas com co-específicos a odores de plantas limpas de tomate. A atratividade de *T. evansi* por plantas infestadas com co-específicos pode estar relacionada ao fato que plantas de tomate, se tornariam debilitadas e, conseqüentemente, seu sistema de defesa também. Esses odores podem ainda ter sido produzidos pelos próprios herbívoros para atrair seus co-específicos para o acasalamento. Foi sempre testado fêmeas no olfatômetro. *C. sanguinea* teve preferência pelo ar limpo a plantas limpas de tomate; preferiu plantas de tomate infestadas com o pulgão *M. persicae* a plantas limpas de tomate e preferiu plantas de tomate infestadas com *T. evansi* a plantas sem o herbívoro. A preferência de *C. sanguinea* por plantas infestadas por herbívoros mostra que esse predador utiliza os odores produzidos pela interação planta-herbívoro para localizar suas presas. Já a preferência pelo ar limpo indica que as plantas de tomate não infestadas por herbívoros

não produzem odores atrativos a esse predador. O comportamento de predação de *E. connexa* foi semelhante para ambas as presas testadas (*M. persicae* e *T. evansi*). Apresentando resposta funcional do tipo III (sigmoidal) que tem sido sugerido como o único tipo de resposta funcional que pode explicar a regulação populacional de alguns artrópodes o que estaria associado a uma maior eficiência de aprendizagem por parte dos inimigos naturais.

## ABSTRACT

SARMENTO, Renato de Almeida, M.S., Universidade Federal de Viçosa, March 2003.  
**Behavioral Response of Arthropods in a Tomato Food Web.** Adviser: Angelo Pallini Filho. Committee Members: Madelaine Venzon and José Henrique Schoereder.

The use of natural enemies for biological control can be seriously affected by interactions of organisms from a food web in tomato crops. Hence, it is essential to understand all interactions between individuals of an agrosystem. Plants can release odors when attacked by a herbivore. These same odors can be used by other herbivores to find a host plant or by natural enemies to find these herbivores. The behavioral studies are indispensable to understand the interactions between individuals of a food web. So, this research aimed to study the behavioral interactions among the predators *Cycloneda sanguinea* and *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae), both potential natural enemies to control pests in tomato crops, and the herbivores *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) and *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). These herbivores are important pests in tomato crops. We used olfactory techniques and predatory behavior measurement as approach to investigate the arthropods responses. The results showed that *T. evansi* prefers clean air than clean tomato plants and odors from tomato plants infested by conspecific than odors from clean tomato plants. The response could suggest that the mite prefers plants with their defense system weakened, explaining why *T. evansi* is more attracted by plants infested by conspecifics. *T. evansi* could also be attracted by the odors from conspecifics due to mating reasons. We always tested females in the olfactometer. *C. sanguinea* prefers clean air than clean tomato plants, tomato plants infested by the aphid *M. persicae* than clean tomato plants and tomato plants infested by *T. evansi* than clean tomato plants. The preference of *C. sanguinea* for infested tomato plants suggests that this predator uses the plant-herbivore

odors to find its preys. The predator's preference for clean air shows that the plants do not produce odors that are attractive to the predator. The predatory behavior of *E. connexa* was similar for both prey (*M. persicae* and *T. evansi*). A functional response type III (sigmoidal) was found. This type of response is suggested to be the only one describing the population dynamics of some arthropods as predators, which could show a higher efficiency of learning by the natural enemies.

## Introdução Geral

O tomateiro é a segunda hortaliça em importância econômica e social no Brasil, onde a cultura está em plena expansão, dado que seu consumo ultrapassa 7 kg/pessoa/ano. Os Estados que mais significativamente contribuem para essa expansão são Minas Gerais, São Paulo, Pernambuco, Bahia, e Goiás (Fontes & Silva 2002).

Dentre os fatores que afetam a produção de tomate, tanto para consumo *in natura* como para processamento na indústria, pode-se destacar a presença de pragas e doenças (Gravena 1989, Fontes & Silva 2002, Gallo *et al.* 2002). Este fato aliado à exigência “cosmética” do produto pelo mercado consumidor, no qual a concepção de qualidade está, erroneamente, relacionada apenas à aparência externa, desconsiderando os aspectos de saúde e de presença de resíduos (Espinosa 1991), determinam um alto custo de tratamentos fitossanitários, com elevado número de pulverizações (Bayoun *et al.* 1995).

Em relação ao controle químico, as aplicações têm chegado a intervalos de três dias, da germinação até a colheita, o que pode causar, principalmente para inseticidas de amplo espectro de ação, ressurgência de pragas, aparecimento de novas pragas até então consideradas secundárias, ocorrência de pragas resistentes e redução na população de inimigos naturais. Estes são fatores que têm sido relacionados com a baixa eficiência de sucessivas pulverizações para determinadas espécies (Gravena & Batista 1979).

Como meio de se obter métodos alternativos ao controle químico, estudos voltados para a utilização do controle biológico vêm recebendo maior atenção pelos pesquisadores nas últimas décadas, principalmente porque o uso de pesticidas deve ser reduzido drasticamente como uma tendência mundial (van Lenteren & Woets 1990).

Pesquisadores têm se tornado mais alertas ao papel que as plantas desempenham nas interações entre pragas e inimigos naturais - seja através da produção de voláteis ou pela presença de estruturas morfológicas - com os estudos enfatizando a importância das interações tri-tróficas para o controle fitossanitário (Reddy 2002).

As plantas não são apenas suportes passíveis aos insetos herbívoros (Agrawal 2000). Por meio de compostos químicos e atributos morfológicos, que são componentes do seu sistema de defesa, as plantas influenciam diretamente na escolha da planta hospedeira pelo herbívoro, na sobrevivência deste sobre a planta escolhida e na fecundidade dos mesmos (Price *et al.* 1980, Vet & Dicke 1992, Pallini *et al.* 1997, Estabrook & Yoder 1998).

Muitas plantas apresentam eficiente sistema de defesa indireto, pois este é ativado quando há a presença do herbívoro se alimentando da planta. Pela alimentação, ocorre o estímulo fisiológico na planta que acentua a produção de voláteis que podem servir como indicadores a inimigos naturais da presença dos herbívoros (Sabelis & van de Baan 1983).

Entretanto, o efeito da liberação em campo de inimigos naturais com fins fitossanitários pode ser seriamente afetado por cada uma das interações que ocorrem entre os organismos envolvidos. Os inimigos naturais podem localizar plantas que estejam infestadas por suas presas (Janssen *et al.* 1997). Por outro lado, herbívoros podem, por exemplo, infestar plantas que já estejam infestadas por seus co-específicos, como um indício de que a planta esteja com seu sistema de defesa debilitado, facilitando assim a sua sobrevivência.

Programas de manejo de pragas que envolvam controle biológico clássico ou aplicado podem ser ineficientes e até levar a desastres ecológicos devido a problemas associados ao efeito da liberação de inimigos naturais exóticos a espécies não-alvo e a

falta de associação co-evolutiva entre a praga e o inimigo natural introduzido (Simberloff & Stiling 1996, Thomas & Willis 1998).

Os estudos sobre controle biológico têm deixado de se limitar ao conhecimento das interações planta/herbívoro e herbívoro/inimigo natural para estudar os três níveis tróficos e suas interações. Cada vez mais a integração de medidas de controle vem se tornado importante num programa fitossanitário e, desta forma, a estratégia de controle passa a ser estudada sobre uma visão de teia alimentar (Pallini *et al.* 1997).

Plantas em uma teia alimentar nem sempre se beneficiarão da produção de voláteis sob ataque de herbívoros porque outras pragas podem usar estes odores para localizar o emissor (Birch *et al.* 1980, Poland & Borden 1994, Pallini *et al.* 1997). Além disso, as interações entre várias espécies de herbívoros e inimigos naturais podem levar a drásticas mudanças no comportamento de forrageamento desses organismos, alterando assim a estrutura das teias alimentares e conseqüentemente o manejo de pragas e inimigos naturais.

Para uma maior eficácia dos programas de controle biológico é importante que conheçamos a maioria dos fatores que afetam o comportamento de forrageamento: tanto dos herbívoros como dos inimigos naturais. Para fazer isso de forma efetiva e econômica, precisamos entender como esses organismos (plantas, herbívoros e inimigos naturais) se comportam no agroecossistema.

Os estudos de comportamento são fundamentais para o entendimento das interações que ocorrem entre os organismos numa teia alimentar. Assim, este trabalho teve como objetivo investigar as interações comportamentais dos predadores *Cycloneda sanguinea* e *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) e os herbívoros *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) e *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) na cultura do tomate.

No capítulo 1, foram estudadas as respostas comportamentais do ácaro vermelho *T. evansi*, importante praga da cultura do tomate (Flechtmann 1983, Moraes 2002), a odores de plantas limpas de tomate vs. ar limpo e plantas infestadas por seus co-específicos vs. plantas limpas de tomate. Foi considerado como planta limpa aquela que não possuía nenhuma injúria causada por herbívoros.

No capítulo 2, foi estudado o comportamento de forrageamento do predador *C. sanguinea* considerado um potencial agente de controle biológico para o controle de pragas importantes do tomateiro como o ácaro *T. evansi* e o pulgão *M. persicae* (Eichler & Reis 1976, Gallo *et al.* 2002, Isikber & Copland 2002), a odores emitidos por plantas de tomate infestadas ou não pelos fitófagos *M. persicae* e *T. evansi*.

Por ser um potencial competidor e por possuir hábitos alimentares semelhantes, podendo interferir no comportamento de *C. sanguinea* e conseqüentemente no sucesso do uso desse predador em programas de controle biológico, foi estudada a resposta funcional de *E. connexa* para o ácaro *T. evansi* e o pulgão *M. persicae* (Capítulo 3). O número de presas atacadas pelo predador em função da densidade da presa (resposta funcional) é um importante fator que influencia o papel de insetos predadores como agentes de controle biológico. Adicionalmente, curvas de resposta funcional podem ser usadas para compreender as interações envolvidas entre predadores e presas (Solomon, 1949, Holling 1959, Houck & Strauss 1985, McCaffrey & Horsburgh 1986, Wiedenmann & Smith 1997, Gitonga *et al.* 2002).

Os resultados obtidos neste trabalho visam um melhor entendimento dos mecanismos responsáveis pelas interações entre os predadores *C. sanguinea* e *E. connexa* e suas presas, o ácaro *T. evansi* e o pulgão *M. persicae*, para o possível uso desses inimigos naturais em programas de controle biológico na cultura do tomate.

## Literatura Citada

- Agrawal, A. A. 2000.** Mechanisms, ecological consequences and agricultural implications of tri-trophic interactions. *Cur. Op. Pl. Biol.* 3: 329-335.
- Bayoun, I. M., Jr. F. W. Plapp, F. E. Gilstrap & Jr. G. J. Michels. 1995.** Toxicity of selected insecticides to *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies. *J. Econ. Entomol.* 88: 1177-1185.
- Birch, M. C., P. Svihra, T. D. Paine & J. C. Miller. 1980.** Influence of chemically mediated behavior on host tree colonization by four cohabiting species of bark beetles. *J. Chem. Ecol.* 6: 395-414.
- Eichler, M. R. & E. M. Reis. 1976.** Seletividade fisiológica de inseticidas aos predadores de afídeos *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) e *Eriopis connexa* (Germ., 1824) (Coleoptera: Coccinellidae). 3ª ed., Passo Fundo, EMBRAPA/CNPT, 20p.
- Espinosa, W. 1991.** Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco. Brasília: IICA, Escritório do Brasil, 301p.
- Estabrook, E. M. & J. I. Yoder, 1998.** Plant-Plant communications: rhizosphere signaling between parasitic angiosperms and their hosts. *Plant. Physiol.* 116: 1-7.
- Flechtmann, C. H. W. 1983.** Ácaros de importância agrícola. 5ª ed. São Paulo. 16: 381-396.

**Fontes, P. C. R. & D. J. H. Silva. 2002.** (Eds.) Produção de Tomate de Mesa. Viçosa, MG.

**Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G. C. Batista, E. Berti Filho, J. R. P. Parra, R. A. Zucchi, S. B. Alves, J. D. Vendramim, L. C. Marchini, J. R. S. Lopes & C. Omoto. 2002.** Manual de Entomologia agrícola. 2 ed., São Paulo, FEALQ, 920p.

**Gravena, S. & G. C. Batista. 1979.** Toxicidade de inseticidas sobre *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). Seletividade relativa e diferencial. Científica. 7: 267-272.

**Gravena, S. 1989.** Manejo de pragas do tomateiro In Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Tomate, 1. Anais. p.36-54.

**Gitonga, L. M., W. A. Overholt, B. Lohr, J. K. Magambo & J. M. Mueke. 2002.** Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). Biol. Contr. v. 24, 1-6.

**Holling, C. S., 1959.** Some characteristics of simple types of predation and parasitism. Can. Entomol. 91, p.385–399.

**Houck, M. A. & R. E. Strauss. 1985.** The comparative study of functional responses: experimental design and statistical interpretation. Can. Entomol. 115, p.671-629.

- Isikber, A. A. & M. J. W. Copland. 2002.** Effects of various aphid foods on *Cycloneda sanguinea*. Entomol. Exp. Appl. v. 102, n. 01, p.93-97.
- Janssen A., J. Bruin, G. Jacobs, R. Schraag & M. W. Sabelis. 1997.** Predators use odours to avoid prey patches with conspecifics. J. Anim. Ecol. 66: 223-232.
- McCaffrey, J. P. & R. L. Horsburgh. 1986.** Functional response of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) to the European red mite *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae), at different constant temperatures. Environ. Entomol. 15: 532–535.
- Moraes, G. J. 2002.** Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores in Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. Parra, J. R. P. [et al.]. São Paulo: Manole, 2002. 635p.
- Pallini, A., A. Janssen & M. W. Sabelis. 1997.** Odour-mediated responses of phytophagous mites to conspecific and heterospecific competitors. Oecologia 110: 179-185.
- Poland, T. M. & J. H. Borden. 1994.** Semiochemical-based communication in interspecific interactions between *Ips pini* (Say) and *Pityogenes knechteli* (Swaine) (Coleoptera, Scolytidae) in lodgepole pine. Can. Entomol. 126: 269-276.
- Price, P. W., C. E. Bouton, P. Gross, B. A. McPheron, 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.

- Reddy, G. V. P. 2002.** Plant volatiles mediate orientation and plant preference by the predator *Chrysoperla carena* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). Biol. Contr., 25: 49-55.
- 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.
- Simberloff, D. & P. Stiling. 1996.** How risky is biological control? Ecology 77: 1965-1974.
- Solomon, M. E. 1949.** The natural control of animal populations. J. Anim. Ecol. 18: 1-35.
- Thomas, M. B. & A. J. Willis. 1998.** Biocontrol-risk but necessary. TREE. 13: 325-329.
- Van Lenteren, J. C. & J. Woets. 1990.** Biological and integrated pest control in greenhouses. Annu. Rev. Entomol. 33: 239-69.
- Vet, L. E. M., & M. Dicke. 1992.** Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. Annu. Rev. Entomol. 37: 141-72.
- Wiedenmann, R. N., Jr. J. W. Smith. 1997.** Attributes of the natural enemies in ephemeral crop habitats. Biol. Contr., 10: 16-22.

## CAPÍTULO 1

### RESPOSTA DO ÁCARO VERMELHO *Tetranychus evansi* (ACARI: TETRANYCHIDAE) A ODORES DE PLANTAS DE TOMATE E DE CO-ESPECÍFICOS

RENATO DE ALMEIDA SARMENTO<sup>1</sup>; EDUARDO HATANO<sup>1</sup>; ANGELO PALLINI<sup>1</sup>;  
MADELAINÉ VENZON<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biologia Animal/Setor de Entomologia

<sup>2</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais, EPAMIG

Universidade Federal de Viçosa

36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

E-mail: renato@insecta.ufv.br

**RESUMO** - Esse estudo identificou a resposta comportamental do herbívoro *Tetranychus evansi* em função dos odores provenientes do complexo planta de tomate-co-específicos. Foram conduzidos testes em olfatômetro para avaliar a resposta de *T. evansi* aos odores provenientes de plantas limpas de tomate *versus* ar limpo e plantas infestadas por co-específicos de *T. evansi* *versus* plantas limpas. Os resultados mostraram que *T. evansi* preferiu o ar limpo a plantas limpas de tomate e preferiu odores de plantas infestadas com co-específicos a odores de plantas limpas. Isso sugere que plantas limpas de tomate não oferecem vantagens para fêmeas de *T. evansi*, devido à ausência de teias produzidas pelos ácaros, que poderiam ser usadas como refúgio para predadores. A atratividade de *T. evansi* por plantas infestadas com seus co-específicos pode estar relacionada ao fato que plantas de tomate, sob ataque de *T. evansi*, se tornariam debilitadas e, conseqüentemente, seu sistema de defesa. Esses odores podem, ainda ter sido produzidos pelos próprios herbívoros com o intuito de atrair seus co-específicos para o acasalamento. É possível que as plantas de tomate não infestadas não produzam odores que *T. evansi* seja capaz de reconhecê-lo.

**Palavras-chave:** Voláteis, tomateiro, herbivoria, comportamento.

**RESPONSE OF THE RED MITE *Tetranychus evansi* (ACARI:  
TETRANYCHIDAE) FROM ODOURS OF TOMATO PLANTS AND  
CONSPECIFICS**

**ABSTRACT** – We studied the behavioral response of the red mite *Tetranychus evansi* when exposed to odors from tomato plants injured or not by its conspecifics, using an Y-tube olfactometer. Results showed that *T. evansi* prefers clean air than odors from clean tomato plants, and odors from infested plants than from clean plants. It seems that clean plants do not show advantages to *T. evansi* females. One explanation could be the absence of web produced by the mite, which could provide refuge against predators. The attraction of *T. evansi* to infested plants with conspecifics could suggest that the mite prefers plants with their defense system weakened, explaining why *T. evansi* is more attracted to plants infested by conspecifics. *T. evansi* could also be attracted by the odors from conspecifics due to mating reasons. We always tested females in the olfactometer. Additionally, it is also possible that the clean tomato plants do not produce odors that can be recognized by *T. evansi*.

**Key Words:** Volatile, tomato plant, behavior, herbivory.

## 1. Introdução

Plantas emitem compostos voláteis, (Rovira 1969, Visser 1986) que podem afetar o comportamento de outros organismos como simbioses (Zaat *et al.* 1989), polinizadores (Schoonhoven 1998), parasitas (Estabrook & Yoder 1998) e herbívoros (Vet & Dicke 1992). Os danos nas folhas, frutos ou flores das plantas podem resultar em um grande aumento na emissão de voláteis induzidos por herbivoria que podem afetar o comportamento de herbívoros e de seus inimigos naturais (Vet & Dicke 1992, Tumlinson *et al.* 1993, Takabayashi *et al.* 1994, Turlings *et al.* 1995, Boland *et al.* 1999, Dicke 1999, Sabelis *et al.* 1999, Dicke & Van Loon 2000).

Informações provenientes de plantas são importantes no processo de procura dos herbívoros por hospedeiro, onde os voláteis produzidos pelas plantas podem mediar este comportamento (Nordlund *et al.* 1988). As informações químicas utilizadas na busca do hospedeiro pelos herbívoros podem-se originar dos próprios herbívoros, da planta em que eles se alimentam, dos organismos associados com a presença de herbívoros, ou das interações entre estas fontes (Vet & Dicke 1992). Através dessas informações, os herbívoros podem responder as situações de risco, como predação e competição, ou oportunidades, como abundância de alimento, abrigo e parceiros para reprodução (Vet & Dicke 1992).

Para insetos e ácaros, cujo sistema de percepção química é bastante desenvolvido, a utilização de voláteis é importante para sua sobrevivência e reprodução (Dicke 1994). Segundo Evans (1992), os voláteis (infoquímicos) são captados por receptores sensíveis a mudanças químicas no meio ambiente e estão presentes ao longo da superfície do corpo dos artrópodes. Essa percepção de voláteis não é feita somente pelos animais, mas também pelas plantas, que não são seres passivos, capazes somente de crescer, reproduzir e sofrer os efeitos do meio ambiente como o ataque de

herbívoros, fitopatógenos e condições ambientais adversas. As plantas possuem sistemas complexos, capazes de responder a estímulos, que podem ser expressos por meio de espessamento da parede celular, produção de exsudados e proteínas, e produção de voláteis (Dicke & Sabelis 1988, Price 1997, Sabelis *et al.* 1999).

As plantas podem influenciar diretamente na escolha do hospedeiro pelo herbívoro, na sobrevivência dos mesmos sobre a planta escolhida e também na fecundidade desses organismos. Essa escolha pode ocorrer por meio de compostos químicos e atributos morfológicos que são componentes do sistema de defesa das plantas (Price *et al.* 1980, Agrawal 2000).

Além de desempenhar um importante papel no comportamento de forrageamento de predadores e parasitóides, os odores de plantas induzidos pelo ataque de herbívoros, podem ser percebidos não apenas pelos inimigos naturais, mas também por outros herbívoros, podendo afetar seu comportamento de forrageamento, e variar de acordo com a espécie e condições que lhes são fornecidas (Turlings *et al.* 1990, Dicke 1999). Para um herbívoro, os odores presentes em uma planta sob ataque podem ter vários significados. Por exemplo, uma situação de alta competição por alimento, dificultando sua sobrevivência; uma situação de risco, pois os mesmos odores podem atrair predadores e parasitóides ou ainda um indício de que a planta esteja com seu sistema de defesa comprometido, facilitando assim a sua sobrevivência (Turlings *et al.* 1990, Vet & Dicke 1992, Tumlinson *et al.* 1993, Takabayashi *et al.* 1994, Pallini *et al.* 1999).

Neste estudo foram investigadas as respostas do ácaro vermelho *Tetranychus evansi* aos odores de plantas limpas de tomate *vs.* ar e plantas de tomate infestadas por co-específicos *vs.* plantas limpas de tomate. O trabalho objetivou responder a seguinte pergunta: O ácaro vermelho *Tetranychus evansi* prefere os odores de plantas de tomate infestadas ou não por seus co-específicos?

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Produção das plantas de tomate**

Para a obtenção de plantas de tomate, foram utilizadas sementes da variedade Santa Clara I-5300, semeadas sobre um substrato comercial, composto por vermiculita e adubo orgânico, em bandejas de isopor (8 x 16 células) mantidas em casa de vegetação. Aos 23 dias as mudas foram transplantadas para copos plásticos (300 ml), contendo mistura de solo e esterco bovino curtido (1:1) e fertilizante 4-14-8. Após 35 dias da emergência, as plantas foram utilizadas nos experimentos. Plantas aparentando ataques por herbívoros ou fitopatógenos foram eliminadas. As plantas eram irrigadas diariamente.

### **2.2. Criação massal de *Tetranychus evansi***

Adultos e ninfas de *T. evansi* foram coletados em plantas de tomate nas casas de vegetação da Universidade Federal de Viçosa e posteriormente identificados. Os ácaros foram separados com auxílio de lupa e pincel para evitar a contaminação por ácaros predadores e por outras espécies de artrópodes na criação massal. Os ácaros foram criados em plantas de tomate da variedade Santa Clara I-5300 e mantidos em casa de vegetação. Para a obtenção de plantas infestadas com *T. evansi*, foram colocados 300 ácaros por planta por um período de sete dias.

Plantas com 23 dias foram colocadas em vasos de 8 litros e, quando tinham oito folhas, os ácaros foram adicionados para a criação massal. Para dar continuidade à criação, os ácaros foram remanejados para novas plantas a cada três semanas. As plantas infestadas e não infestadas foram mantidas separadamente em casa de vegetação em gaiolas (1,0 x 1,0 x 0,5 m) de estrutura de madeira recoberta com organza.

### 2.3. Experimento de Olfatometria

Em um olfatômetro de tubo em “Y” (Sabelis & van de Baan 1983) foram oferecidas duas fontes de odores para se investigar a resposta de fêmeas adultas de *T. evansi*. Cada braço do olfatômetro foi conectado, através de mangueiras de plástico transparente, a um container de acrílico (50 x 36 x 43 cm) onde foram colocadas as fontes de odores (um grupo de três plantas) de acordo com cada tratamento. Os containeres foram colocados sobre uma bandeja com água, com o objetivo de fechar o sistema, evitando-se a passagem de ar por frestas. Uma bomba de vácuo conectada a base do olfatômetro produzia uma corrente de ar sugando os voláteis das fontes de odores para dentro do olfatômetro. Por meio de testes preliminares, foi determinada a velocidade da corrente de ar no interior do olfatômetro, que foi de  $0,10 \text{ m.s}^{-1}$  em cada braço. A velocidade foi calibrada por restritores da bomba de vácuo e medida por fluxômetros eletrônicos. As correntes vindas de cada braço se dividiam de maneira uniforme após passarem pela junção. Dentro do tubo em “Y” foi acoplado um arame para facilitar o caminhar do ácaro. A figura 1 ilustra como as correntes de ar vindas de cada braço se comportavam dentro do olfatômetro. A fumaça vinda do braço direito, ao chegar na parte central do olfatômetro, não se mistura com o ar vindo do braço esquerdo, formando dois campos estáveis de odores ao longo do arame, mostrando que o ácaro testado teve a oportunidade de perceber os dois odores.

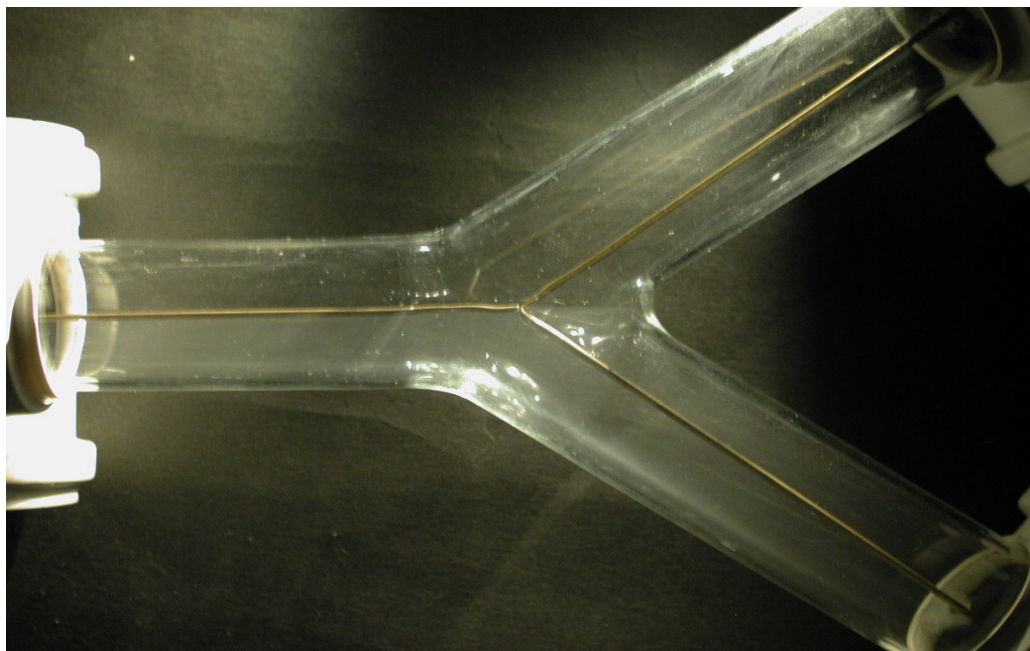


Figura 1. Foto do olfatômetro de tubo em “Y” sendo calibrado com fumaça. Em detalhe são mostrados pela fumaça os campos de odores que se formam em cada braço do olfatômetro.

Os tratamentos estudados foram constituídos pelos odores de plantas limpas de tomate *versus* ar limpo (T1) e de plantas de tomate infestadas por co-específicos *versus* plantas limpas de tomate (T2). Cada tratamento foi repetido três vezes. Planta limpa foi aquela que não possuía nenhuma injúria causada por herbívoro.

Previamente ao início dos experimentos, os ácaros foram isolados em placa de Petri por um período de 24 horas sem alimento e testados em seguida individualmente no olfatômetro. Durante os experimentos, o ácaro foi colocado na extremidade basal do olfatômetro, o qual passava a caminhar sobre o arame, contra a corrente de ar formada, em direção às fontes de voláteis e respondendo na junção do tubo por uma das fontes. Foi considerada uma resposta a chegada do ácaro até a extremidade de um dos braços do olfatômetro. Quando o ácaro não respondia dentro de 5 minutos, após o seu posicionamento dentro do olfatômetro, ele era removido e não era considerado na análise dos dados. Foram testadas 60 fêmeas adultas do ácaro vermelho por tratamento. A cada 5 ácaros testados, as fontes de odores foram trocadas de posição para evitar

qualquer interferência do ambiente. Para evitar pseudo-repetição (Pallini *et al.* 1997), foram trocadas todas as fontes de odores e todo o conjunto de olfatometria foi limpo a cada 20 ácaros testados. Os resultados foram analisados usando o teste binomial convencional para estudos de olfatometria, com frações esperadas de 0,5 para cada fonte de odor, e probabilidade  $P \leq 0,05$  (Sabelis & van de Baan 1983, Janssen *et al.* 1997, Pallini *et al.* 1997, Reddy *et al.* 2002).

### **3. Resultados**

#### **3.1. Ar limpo vs. plantas limpas**

O ácaro vermelho *T. evansi* mostrou preferência significativa pelo ar limpo em duas repetições, onde 75% ( $P \leq 0,05$ ) dos ácaros testados foram em direção à corrente de ar limpo (Figura 2). Na terceira repetição, *T. evansi* não mostrou preferência significativa para as fontes de odores oferecidas ( $P > 0,05$ ) (Figura 2). Porém, na análise conjunta das três repetições, houve diferença significativa entre as duas fontes de odores e *T. evansi* se direcionou, principalmente, para a corrente de ar limpo (68% de 60 ácaros testados;  $P \leq 0,05$ ).

Não houve diferença significativa no número de ácaros que se dirigiram para esquerda ou para direita do braço do olfatômetro em nenhuma repetição. Isto significa que os experimentos não foram afetados por outros fatores que não os voláteis, já que as fontes foram trocadas de posição a cada 5 ácaros testados.

#### **3.2. Plantas limpas vs. plantas infestadas**

Quando plantas limpas de tomate foram testadas *versus* plantas de tomate infestadas por *T. evansi*, houve preferência significativa de *T. evansi* por plantas infestadas em uma repetição onde 95% dos ácaros testados escolheram essas plantas ( $P \leq 0,05$ ) (Figura 3). Nas outras duas repetições, *T. evansi* não mostrou preferência significativa para as fontes de odores oferecidas ( $P > 0,05$ ) (Figura 3). Porém, análise conjunta das três repetições, houve diferença significativa entre as duas fontes de odores, sendo que *T. evansi* preferiu significativamente plantas infestadas por co-específicos (75% de 60 ácaros testados;  $P \leq 0,05$ ).

Nesse experimento, também não foi constatada diferença significativa entre o número de ácaros que se dirigiram para esquerda e para direita do braço do olfatômetro em nenhuma repetição.

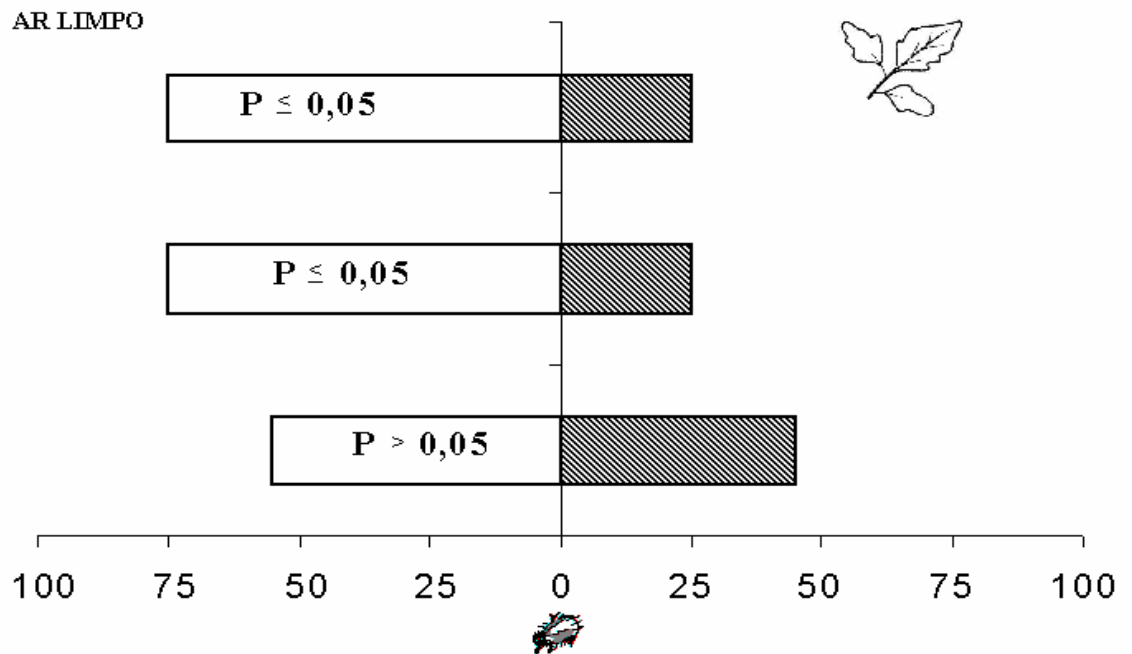


Figura 2. Porcentagem de fêmeas de *T. evansi* que preferiram o ar limpo (esquerda) ou plantas limpas de tomate (direita). Cada barra representa o resultado de uma repetição, onde foram testados 20 ácaros.

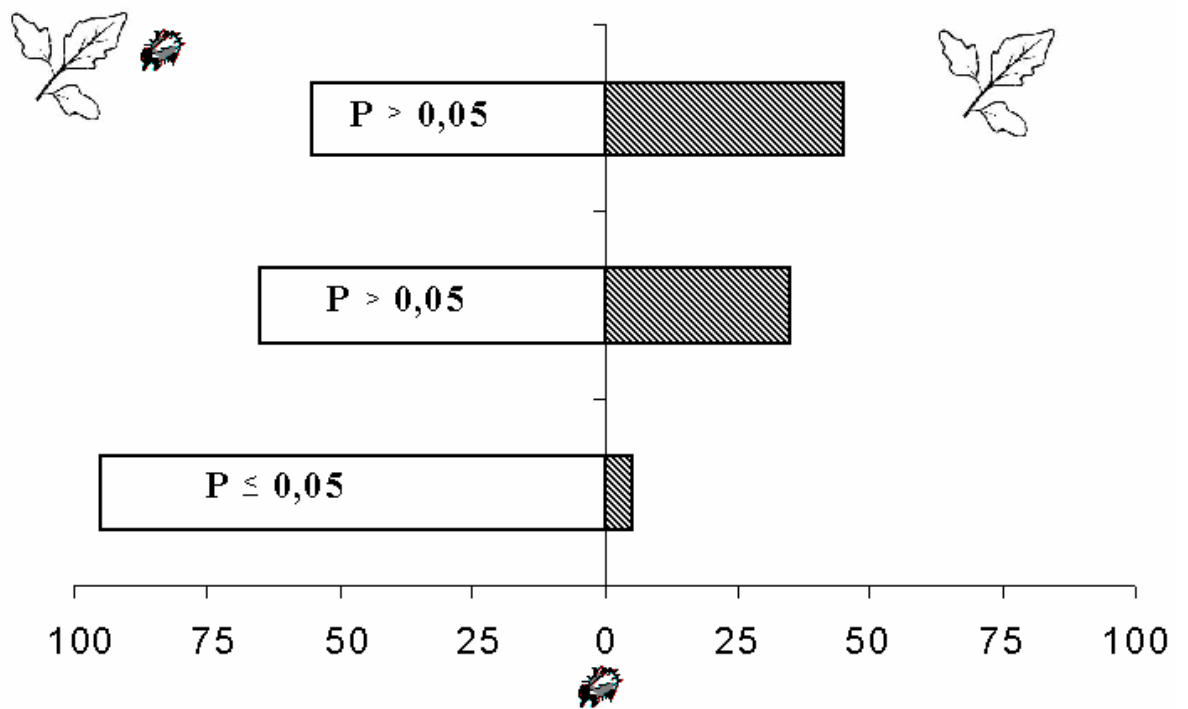


Figura 3. Porcentagem de fêmeas de *T. evansi* que preferiram odores de plantas de tomate infestadas por co-específicos (esquerda) ou odores de plantas limpas de tomate (direita). Cada barra representa o resultado de uma repetição, onde foram testados 20 ácaros.

#### 4. Discussão

O ácaro vermelho, *T. evansi*, preferiu plantas de tomate infestadas por co-específicos a plantas não infestadas. As plantas infestadas com *T. evansi* atraíram três vezes a porcentagem de co-específicos que plantas não infestadas. Resposta semelhante foi encontrada por Pallini *et al.* (1997) observando o comportamento do ácaro rajado, *T. urticae*, sobre plantas de pepino infestadas por co-específicos. Uma explicação para esse resultado seria que plantas de tomate sob ataque de *T. evansi* se tornariam debilitadas e, conseqüentemente, afetaria seu sistema de defesa. Hori & Komatsu (1999), mostraram que afídeos usam os odores emitidos por plantas infestadas por seus co-específicos para colonizá-las. Contudo, *T. evansi* colonizariam mais facilmente plantas de tomate infestadas com co-específicos, explicando sua atração pelos voláteis de plantas sob ataque.

Como as plantas utilizadas no experimento foram infestadas com machos e fêmeas de *T. evansi*, é possível que os odores que permitiram a escolha de *T. evansi* por plantas com seus co-específicos podem, ainda, ser devido aos odores produzidos pelos próprios herbívoros com o intuito de atrair seus co-específicos para o acasalamento. Pallini *et al.* (1997) e Janssen *et al.* (1998) discutiram que aparentemente os ácaros fitófagos usam informações voláteis para escapar da predação, evitar competição por recurso e também para explorar o ambiente ao seu redor, como localização da planta-hospedeiro e parceiros para o acasalamento.

Considerando que os ácaros da família *Tetranychidae* são capazes de tecer teias que recobrem a superfície foliar (Flechtmann 1983), estas poderiam ser usadas para promover refúgio e facilitar sua locomoção, além de dificultar o forrageamento de alguns de seus predadores. Como a densidade de teia, que oferece tais vantagens, leva

tempo para ser produzida, as fêmeas de *T. evansi* estariam forrageando por plantas com co-específicos possivelmente para se beneficiarem das teias já produzidas.

Por ser um herbívoro, esperava-se que *T. evansi* fosse atraído por odores de plantas limpas para localizar seu hospedeiro. No entanto, *T. evansi*, preferiu a corrente de ar limpo a plantas limpas de tomate. A corrente de ar limpo atraiu duas vezes a porcentagem de ácaros do que plantas limpas. Possivelmente plantas de tomate não infestadas não produzem voláteis que estimulem o ácaro *T. evansi* a escolher essas plantas. Alternativamente, como as plantas limpas foram acondicionadas na mesma casa de vegetação onde foram mantidas as plantas com a criação massal, é possível que os voláteis destas últimas poderiam estar afetando as plantas não infestadas, sendo então, preferidas por fêmeas de *T. evansi*.

Embora possa haver uma modificação no sistema fisiológico em plantas limpas de tomate da variedade Santa Clara, quando mantidas próximas de plantas infestadas por *T. evansi* é necessário averiguar se os voláteis produzidos por plantas mantidas próximas a plantas infestadas atraem fêmeas de *T. evansi*.

Contudo, os resultados obtidos neste trabalho mostram que *T. evansi* é capaz de distinguir entre os voláteis produzidos por plantas de tomate da variedade Santa Clara, infestadas ou não por co-específicos e, com isso, preferir os odores provenientes de plantas infestadas com seus co-específicos.

Adicionalmente, faz-se necessário a realização de novos trabalhos para avaliar se, sob as mesmas condições de produção de plantas usadas neste trabalho, um predador do ácaro vermelho seria também atraído por voláteis produzidos pelo complexo planta-herbívoro, funcionando assim como um sistema de defesa indireto da planta.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem José H. Schoereder e Hélio G. Leite pelo auxílio nas correções do trabalho, Dr. Paulo Rebelles Reis (EPAMIG) pela identificação dos ácaros utilizados no trabalho, Eugênio E. de Oliveira, Claudinei Lima e Liana Tavares pelo auxílio na manutenção das criações e produção de plantas de tomate. Os autores também agradecem ao CNPq, a CAPES pela concessão de bolsa e a FAPEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa.

## Literatura Citada

- Agrawal, A. A. 2000.** Host range evolution: Adaptation of mites and trade-off in fitness on alternate hosts. *Ecol.* 81: 500–508.
- Boland, W., T. Koch, T. Krumm, J. Piel & A. Jux. 1999.** Induced biosynthesis of insect semiochemicals in plants. Chadwick, D.J., Goode, J. (Eds.) in *Insect-Plant Interactions and Induced Plant Defence*. Wiley, Chicester, p.110–126.
- Dicke, M. & M. W. Sabelis. 1988.** Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than on origin of compounds. *Funct. Ecol.* 2: 131-39.
- Dicke, M. 1994.** Local and systemic production of volatile herbivore-induced terpenoids: their role in plant-carnivore mutualism. *J. Plant Physiol.* 143: 465–472.
- Dicke, M., 1999.** Are herbivore-induced plant volatiles reliable indicators of herbivore identity to foraging carnivorous arthropods? *Entomol. Exp. Appl.* 91: 131-142.
- Dicke, M. & J. J. A. Van Loon. 2000.** Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. *Entomol. Exp. Appl.* 97: 237–249.
- Evans, G. O. 1992.** Principles of acarology. CAB International, Cambridge, 563p.
- Estabrook, E. M. & J. I. Yoder. 1998.** Plant-Plant communications: rhizosphere signaling between parasitic angiosperms and their hosts. *Plant. Physiol.* 116: 1–7.

- Flechtmann, C. H. W. 1983.** Ácaros de importância agrícola. 5ª ed. São Paulo. 16: 381-396.
- Hori, M. & H. Komatsu. 1999.** Repellence of rosemary oil and its components against the onion aphid, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Homoptera, Aphididae). Appl. Entomol. Zool. 32: 302-310.
- Janssen, A., J. Bruin, G. Jacobs, R. Schraag & M. W. Sabelis. 1997.** Predators use odours to avoid prey patches with conspecifics. J. Anim. Ecol. 66: 223-232.
- Janssen, A., A. Pallini, M. Venzon & M. W. Sabelis. 1998.** Behaviour and indirect interactions in food webs of plant-inhabiting arthropods. Exp. Appl. Acarol. 22: 497-521.
- Nordlund, D. A., W. J. Lewis & M. A. Altieri. 1988.** Influences of plant-produced allelochemicals on the host/prey selection behavior of entomophagous insects, p. 65 – 90. In P. Barbosa & D. K. Letourneau, (eds.), Novel Aspects of Insect–Plant Interactions, Wiley, New York, 324p.
- Pallini A., A. Janssen & M. W. Sabelis. 1997.** Odour-mediated responses of phytophagous mites to conspecific and heterospecific competitors. Oecol., 110: 179-185.
- Pallini, A., A. Janssen & M. W. Sabelis. 1999.** Spider mites avoid plants with predators. Exp. Appl. Acarol. 23: 803-815.

**Price, P. W., C. E. Bouton, P. Gross, B. A. McPheron, J. N. Thompson & A. E. Weis. 1980.** Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11: 41-65.

**Price, P. W., 1997.** *Insect Ecology*. 3rd ed., Wiley, 874p.

**Reddy, G. V. P., J. K. Holoppainen & A. Guerrero. 2002.** Olfactory responses of *Plutella xylostella* natural enemies to host pheromone, larval frass, and green leaf cabbage volatiles. *J. Chem. Ecol.* 28: 131-143.

**Rovira, A. D. 1969.** Plant root exudates. *Bot. Rev.* 35: 35–57.

**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., M. van Baalen, F. M. Bakker, J. Bruin, B. Drukker, M. Egas, A. Janssen, I. K. Lesna, B. Pels, P. Van Rijn & P. Scutareanu. 1999.** 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*. Blackw. Science, Oxford, p. 109–166.

**Schoonhoven, L. M. 1998.** Host-marking pheromones in lepidoptera, with special reference to two *Pieris* spp. *J. Chem. Ecol.* 16: 304-3052.

- 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.
- Tumlinson, J. H., W. J. Lewis & L. E. M. Vet. 1993.** How parasitic wasps find their hosts? *Sci. Am.* 268: 100-106.
- Turlings, T. C. J., J. H. Tumlinson & W. J. Lewis. 1990.** Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science*, 250: 1251-1253.
- Turlings, T. C. J., J. H. Loughrin, P. J. McCall, U. S. R. Rose, W. J. Lewis & J. H. Tumlinson. 1995.** How caterpillar-damaged plants protect themselves by attracting parasitic wasps. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 92: 4169–4174.
- Vet, L. E. M. & M. Dicke. 1992.** Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 141-172.
- Visser, J. H. 1986.** Host odor perception in phytophagous insects. *Annu. Rev. Entomol.* 31: 121–144.
- Zaat, S. A. J., J. Schripsema, C. A. Wijffelman, A. A. N. van Brussel & B. J. J. Lugtenberg. 1989.** 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: 175–188.

## CAPÍTULO 2

### COMUNICAÇÃO QUÍMICA ENTRE O PREDADOR *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) E O COMPLEXO PLANTA DE TOMATE- HERBÍVORO

RENATO DE ALMEIDA SARMENTO<sup>1</sup>; ANGELO PALLINI<sup>1</sup>; EDUARDO HATANO<sup>1</sup>;  
MADELAINE VENZON<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biologia Animal/Setor de Entomologia

<sup>2</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais

Universidade Federal de Viçosa

36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

E-mail: renato@insecta.ufv.br

**RESUMO** – Predadores podem utilizar voláteis, como os produzidos pela herbivoria, para localizar suas presas. Neste trabalho, investigou-se se o predador *Cycloneda sanguinea* é capaz de diferenciar odores de plantas de tomate com ou sem os herbívoros *Myzus persicae* e *Tetranychus evansi*. Em um olfatômetro de tubo em “Y” foram oferecidas para os adultos de *C. sanguinea* as seguintes fontes de odores: 1) plantas limpas de tomate vs. ar limpo; 2) plantas de tomate infestadas por *M. persicae* vs. plantas limpas; e 3) plantas de tomate infestadas por *T. evansi* vs. plantas limpas. O predador teve preferência pelo ar limpo a plantas limpas de tomate; preferiu odores de plantas de tomate com o pulgão *M. persicae* a plantas limpas de tomate; e preferiu odores de plantas de tomate com o ácaro *T. evansi* a plantas limpas. A preferência por plantas infestadas por herbívoros é uma indicação de que *C. sanguinea* utiliza os odores produzidos pela interação planta-herbívoro para localizar suas presas. Já a preferência desse predador por ar limpo pode indicar que as plantas de tomate não infestadas não produzem odores atrativos ao mesmo. As implicações ecológicas das respostas obtidas na estruturação da teia alimentar são discutidas.

**Palavras chave:** Voláteis, herbivoria, *Cycloneda sanguinea*, *Myzus persicae*, *Tetranychus evansi*, tomate.

**CHEMICAL COMUNICATION BETWEEN THE PREDATOR *Cycloneda sanguinea* (COLEOPTERA: COCCINELIDAE) AND THE PLANT-HERBIVORE COMPLEX**

**ABSTRACT** – Predatory insects can find their prey using odors cues from volatiles produced by others insects and/or plants. In this study, we examined whether the predator *Cycloneda sanguinea* is able to discriminate odours from tomato plants infested or not by the herbivores *Myzus persicae* and *Tetranychus evansi*. A Y-tube olfactometer was used to test *C. sanguinea* to the following odours sources: 1) non infested tomato plants vs. clean air; 2) tomato plants infested by *M. persicae* vs. clean plants; and 3) tomato plants infested by *T. evansi* vs. clean plants. Results showed that the predator prefers: a) clean air than non infested plants; b) odours from tomato plants infested by *M. persicae* than clean plants; and c) odours from tomato plants infested by *T. evansi* than clean plants. Preference for plants infested by herbivores suggests that *C. sanguinea* may use odours cues of these two prey to find them. The preference of the predator for clean air could indicate that the clean plants do not produce odours that are attractive to the predators. We discuss the ecological implications of these results on a food web perspective.

**Key Words:** Volatiles, herbivore, *Myzus persicae*, *Tetranychus evansi*, tomato.

## 1. INTRODUÇÃO

Plantas empregam uma variedade de mecanismos de defesa que podem agir diretamente tendo um efeito negativo sobre os herbívoros (Vet & Dicke 1992) e/ou atuar indiretamente atraindo os inimigos naturais desses herbívoros (Venzon *et al.* 1999, Arimura *et al.* 2000, Thaler *et al.* 2002).

Interações tri-tróficas de plantas com herbívoros e inimigos naturais de herbívoros são importantes na determinação da distribuição e abundância dos organismos em ecossistemas naturais e manejados. O resultado dessas interações pode influenciar na localização dos herbívoros pelos inimigos naturais e conseqüentemente na dinâmica populacional desses organismos no ecossistema (Agrawal & Colfer 2000). O papel das interações de plantas e herbívoros afetando o terceiro nível trófico recebeu maior atenção a partir da revisão de Price *et al.* (1980) e tem sido estudado em diferentes organismos e ecossistemas (Takabayashi & Dicke 1996, Agrawal & Rutter 1998, Thaler 1999, Thaler *et al.* 2002).

Interações tri-tróficas podem ser mediadas pelos voláteis provenientes do complexo planta-herbívoro, pois, diversos autores têm demonstrado através de experimentos, que plantas atacadas por herbívoros emitem compostos voláteis específicos que atraem os inimigos naturais desses herbívoros (Sabelis & van de Baan 1983, Takabayashi & Dicke 1996, De Moraes *et al.* 1998, Venzon *et al.* 1999, Arimura *et al.* 2000). Entretanto, plantas sozinhas, herbívoros sozinhos e plantas mecanicamente danificadas são freqüentemente menos ou nada atrativas para os inimigos naturais dos herbívoros do que plantas infestadas por herbívoros (Drukker *et al.* 1995, Agrawal 1998, De Moraes *et al.* 1998, Agrawal *et al.* 1999, Venzon *et al.* 1999, Arimura *et al.* 2000).

Herbívoros e inimigos naturais coexistem em cultivos de tomate. Plantas de tomate (*Lycopersicon lycopersicum*) podem liberar compostos voláteis, a partir do dano de herbívoros, e esses mesmos voláteis podem influenciar no comportamento de forrageamento de inimigos naturais (Takabayashi *et al.* 1994, Thaler *et al.* 2002). Dentre os organismos que ocorrem na cultura, destaca-se o predador *Cycloneda sanguinea*, considerado um potencial agente de controle biológico de pragas do tomateiro (Eichler & Reis 1976, Gallo *et al.* 2002). Esse predador tem como presas o pulgão *Myzus persicae* e o ácaro *Tetranychus evansi* que são consideradas pragas importantes da cultura (Flechtmann, 1983, Gallo *et al.* 2002, Isikber & Copland 2002).

Para predadores coccinelídeos, a percepção de voláteis emitidos pelo complexo planta-herbívoro na cultura do tomate pode auxiliar no encontro de suas presas em distâncias maiores que as obtidas através da visão (Payne *et al.* 1986, citado por Ponsonby & Copland 1995). Nakamuta (1984) mostrou que a visão não é um eficiente mecanismo utilizado pelos coccinelídeos para encontrar suas presas, pois esses predadores somente conseguem localizá-las em distâncias menores que 7 mm. Adicionalmente, a percepção de voláteis por predadores coccinelídeos pode ser crucial para o desenvolvimento desses organismos como agentes de controle biológico e conseqüentemente para a sobrevivência da planta (Thaler *et al.* 2002).

Este trabalho objetivou estudar o comportamento de forrageamento do predador *C. sanguinea*. Usou-se como meio de experimentação as respostas deste predador a odores emitidos por plantas de tomate infestadas ou não pelos herbívoros *M. persicae* e *T. evansi*. A questão principal abordada aqui é se o predador *Cycloneda sanguinea* localiza plantas de tomate infestadas com os herbívoros *M. persicae* e *T. evansi* por meio da percepção de odores produzidos pelo complexo planta-herbívoro.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Produção das plantas de Tomate**

Para a obtenção de plantas de tomate foram utilizadas sementes da variedade Santa Clara I-5300. Estas foram semeadas em substrato comercial, composto por vermiculita e adubo orgânico, em bandejas de isopor (8 x 16 células), as quais foram mantidas em casa de vegetação. Aos 23 dias da semeadura, as mudas foram transplantadas para copos plásticos (300 ml), contendo mistura de solo e esterco bovino curtido (1:1) e fertilizante 4-14-8. As plantas foram utilizadas nos testes 35 dias após o plantio. Plantas atacadas por herbívoros ou fitopatógenos foram eliminadas.

### **2.2. Criação massal de *Myzus persicae***

Adultos e ninfas de *M. persicae* foram coletados na área experimental da Universidade Federal de Viçosa sobre plantas de tomate, sendo posteriormente identificados. Os pulgões foram criados em plantas de tomate da variedade Santa Clara I-5300 mantidas dentro da casa de vegetação. Plantas com 23 dias de idade foram colocadas em vasos de 8 litros e quando atingiam oito folhas recebiam os pulgões para iniciar a criação massal. As plantas de tomate eram trocadas a cada duas semanas, até o final do experimento.

Para a obtenção das plantas infestadas por *M. persicae*, foram colocados 150 pulgões/planta, deixando-se as mesmas em casa de vegetação por um período de sete dias. As plantas atacadas e não atacadas foram mantidas em casa de vegetação em diferentes gaiolas (1,0 x 1,0 x 0,5 m) de estrutura de madeira recoberta com organza.

### **2.3. Criação massal de *Tetranychus evansi***

Adultos e ninfas de *T. evansi* foram coletados nas casas de vegetações da UFV, em plantas de tomate e identificados posteriormente. Os ácaros foram separados com auxílio de uma lupa para evitar a contaminação de ácaros predadores e de outras

espécies fitófagas na criação massal. Eles foram criados em plantas de tomate da variedade Santa Clara I-5300 e mantidos em casa de vegetação. Plantas com 23 dias do plantio foram colocadas em vasos de 8 litros e quando atingiam o estágio de oito folhas recebiam os ácaros para a criação massal. Para a continuidade da criação de ácaros, as plantas foram substituídas a cada três semanas.

Para a obtenção das plantas infestadas por *T. evansi* foram colocados 300 ácaros/planta, deixando-se as mesmas em casa de vegetação por um período de sete dias. As plantas infestadas e não infestadas foram mantidas em casa de vegetação em diferentes gaiolas (1,0 x 1,0 x 0,5 m) de estrutura de madeira recoberta com organza.

### **2.3. Criação massal de *Cycloneda sanguinea***

Adultos de *C. sanguinea* foram coletados na área experimental localizada no campus da UFV e transferidos para laboratório a  $25 \pm 1^\circ \text{C}$  e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$ . Em seguida, cinco casais de *C. sanguinea* foram acondicionados em cada copo plástico (500 ml), cuja tampa apresentava um furo no centro que foi revestido com tela fina (organza) (Figura 1). Os adultos desse predador foram alimentados com o pulgão *M. persicae* e com o ácaro *T. evansi* fornecidos em folhas de tomate.

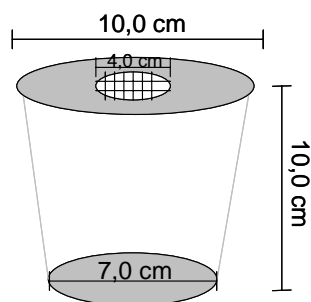


Figura 1. Aspecto geral do recipiente de criação de *Cycloneda sanguinea*.

As posturas foram retiradas com o auxílio de um pincel e acondicionadas em placas de Petri (5,0 x 1,5cm) contendo um pedaço de algodão umedecido até a eclosão das larvas. Para uniformizar os indivíduos que foram utilizados em cada tratamento, as larvas foram individualizadas em placas de Petri, separadas por idade e alimentadas com pulgões ou ácaros, onde permaneceram até chegar a fase adulta.

#### 2.4. Experimento de Olfatometria

Em um olfatômetro de tubo em “Y” (Sabelis & van de Baan 1983), foram oferecidas duas fontes de voláteis para *C. sanguinea*. Cada braço do olfatômetro foi conectado, usando mangueiras de plástico transparente, a um container de acrílico (50 x 36 x 43 cm), onde foram colocadas as fontes de odores (um grupo de três plantas de tomate) de acordo com cada experimento. Os containeres foram colocados sobre uma bandeja com água, evitando-se assim, a passagem de ar por frestas. Uma bomba de vácuo foi conectada a base do olfatômetro para formar uma corrente de ar que conduzisse os voláteis das fontes de odores para dentro do olfatômetro. Por meio de testes preliminares, foi determinada a velocidade da corrente de ar no interior do olfatômetro, que foi 0,4 m/s em cada braço. A velocidade foi calibrada por restritores da bomba de vácuo e medida por fluxômetros eletrônicos. As correntes vindas de cada braço dividiam-se de maneira uniforme após passarem pela junção.

Os predadores foram introduzidos individualmente na base do olfatômetro com o sistema desligado. Ao ligar o sistema, os animais começavam o processo de forrageamento caminhando contrário a corrente de ar formada. Ao atingirem a junção, os predadores respondiam a fonte de odor. O teste era terminado quando cada predador atingia o extremo final do braço do olfatômetro escolhido. Foram realizados três experimentos: 1) plantas limpas de tomate vs. ar limpo; 2) plantas de tomate infestadas por *M. persicae* vs. plantas limpas e 3) plantas de tomate infestadas por *T. evansi* vs. plantas limpas. Foi considerado como planta limpa aquela que não possuía nenhuma injúria causada por herbívoro. Cada tratamento teve três repetições e em cada repetição utilizou-se diferentes grupos de plantas e artrópodes. Previamente a cada teste, fêmeas adultas de *C. sanguinea* foram isoladas em placas de Petri por um período de 24 horas. Em seguida, as fêmeas eram testadas individualmente no olfatômetro. Foram testadas 20 fêmeas adultas por repetição, totalizando 60 insetos testados por experimento. As diferenças nos números de predadores que escolheram por uma das duas fontes de odores foram analisadas usando o teste binomial, convencional para estudos de olfatometria, com frações esperadas de 0,5 para cada fonte de odor, e probabilidade  $P \leq 0,05$  (Sabelis & van de Baan 1983, Janssen *et al.* 1997, Pallini *et al.* 1997).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Plantas limpas vs. ar limpo

*Cycloneda sanguinea* mostrou resposta significativa pelo ar limpo em uma repetição ( $P \leq 0,05$ ) (Figura 2). Nas outras duas repetições, *C. sanguinea* não mostrou preferência significativa para as fontes de odores oferecidas ( $P > 0,05$ ) (Figura 2). Porém, na análise conjunta das três repetições, houve diferença significativa entre as duas fontes de odores com *C. sanguinea* direcionando-se para a corrente de ar limpo (70% de 60 insetos testados;  $P = 0,001$ ).

Não houve diferença significativa entre o número de insetos que se dirigiram para os braços do olfatômetro da esquerda ou para direita em nenhuma repetição. Isso significa que os experimentos não foram afetados por outros fatores a não ser os voláteis, já que as fontes foram trocadas de posição constantemente.

#### 4.2. Plantas limpas vs. plantas infestadas por *M. persicae*

Quando plantas de tomate limpas foram testadas *versus* plantas de tomate infestadas por *M. persicae*, houve preferência significativa de *C. sanguinea* por plantas infestadas nas três repetições (Figura 3). Em duas repetições, 80% dos insetos testados foram para plantas infestadas por pulgões ( $P \leq 0,05$ ). Na terceira repetição, 75% dos insetos testados também se dirigiram às plantas infestadas por *M. persicae* ( $P \leq 0,05$ ). Assim, na análise conjunta das três repetições, *C. sanguinea* preferiu significativamente as plantas infestadas por pulgões (78% de 60 insetos testados;  $P = 6,0733 \times 10^{-6}$ ) (Figura 3). Não foi constatada diferença significativa entre o número de insetos que se dirigiram para a esquerda ou para a direita do olfatômetro em nenhuma repetição.

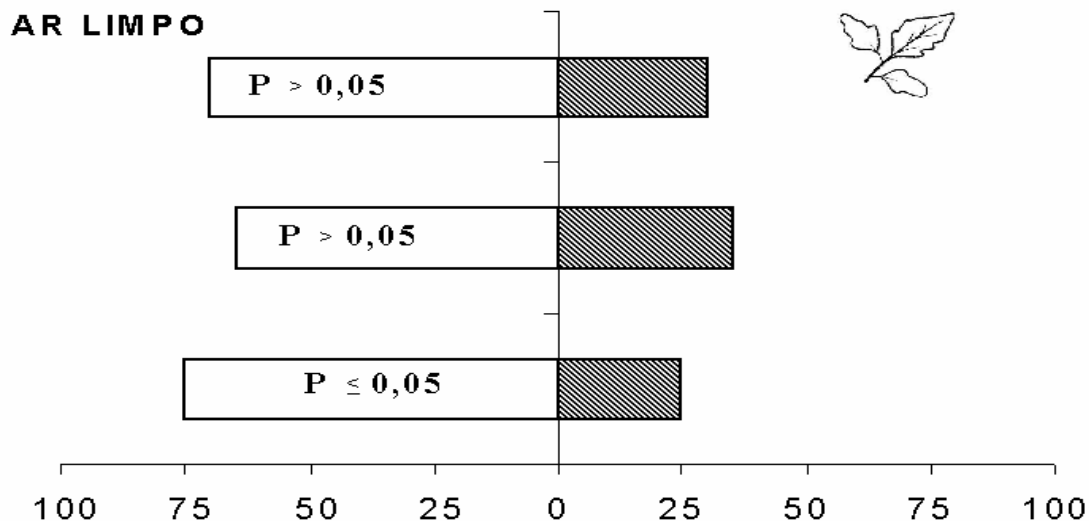


Figura 2. Porcentagem de fêmeas de *C. sanguinea* que preferiram o ar limpo (esquerda) ou os odores de plantas de tomate (direita). Cada barra representa o resultado de uma repetição, onde foram testados 20 insetos.

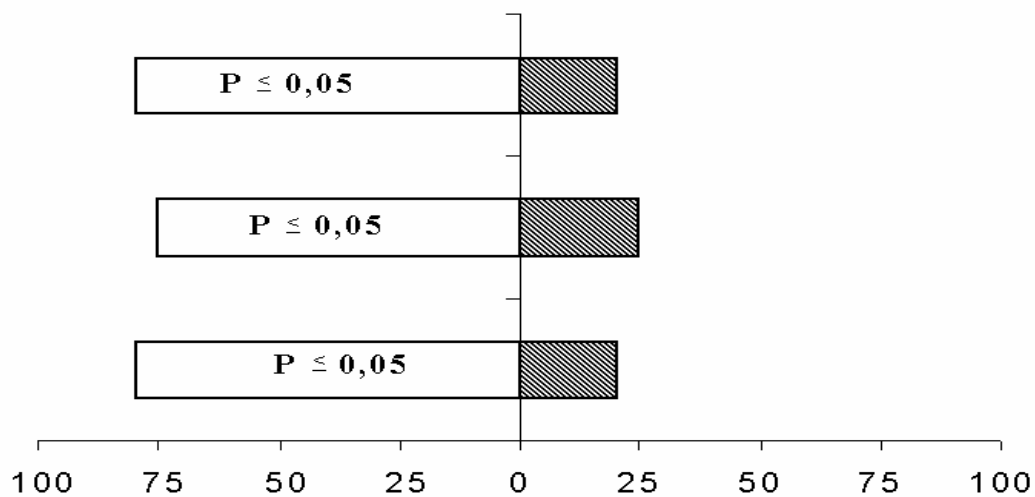


Figura 3. Porcentagem de fêmeas de *C. sanguinea* que preferiram odores de plantas atacadas pelo pulgão *M. persicae* (esquerda) ou odores de plantas de tomate limpas (direita). Cada barra representa o resultado de uma repetição, onde foram testados individualmente 20 insetos.

### 4.3. Plantas limpas vs. plantas infestadas por *T. evansi*

Na análise conjunta das três repetições, quando plantas limpas de tomate foram testadas *versus* plantas de tomate infestadas por *T. evansi*, houve preferência significativa por plantas infestadas por esse herbívoro. Dessa forma, 65% de 60 insetos testados ( $P \leq 0,05$ ) se dirigiram a odores de plantas de tomate infestadas por *T. evansi* (Figura 4). Também não houve diferença significativa no número de insetos que se direcionaram para a esquerda e para a direita do olfatômetro em nenhuma repetição ( $P > 0,05$ ).

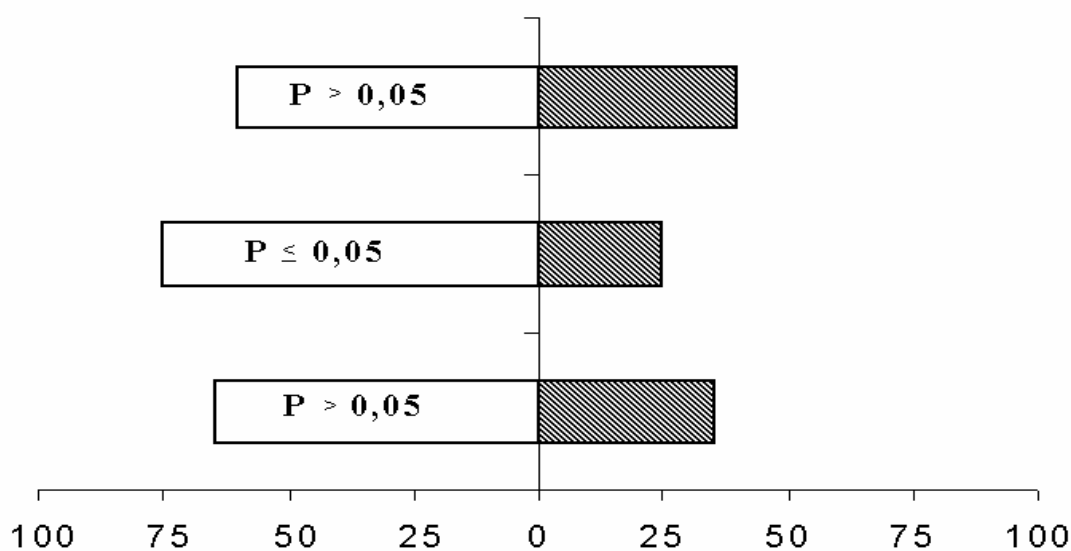


Figura 4. Porcentagem de fêmeas de *C. sanguinea* que preferiram odores de plantas infestadas pelo ácaro *T. evansi* (esquerda) ou odores de plantas limpas de tomate (direita). Cada barra representa o resultado de uma repetição, onde foram testados 20 insetos.

## 5. DISCUSSÃO

*Cycloneda sanguinea* preferiu odores provenientes de plantas de tomate da variedade Santa Clara infestadas por *M. persicae* e por *T. evansi* a odores vindos de plantas limpas. Plantas infestadas por *M. persicae* atraíram aproximadamente 3,5 vezes mais predadores que plantas limpas (78% vs. 22%). Plantas infestadas por *T. evansi* atraíram 1,4 vez mais predadores que plantas limpas (65% vs. 45%). Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Reddy (2002), que observou que o predador *Chrysoperla carnea stephens* (Neuroptera: Chrysopidae) prefere odores de plantas de tomate infestadas pelo ácaro *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) a odores de plantas limpas de tomate, em um olfatômetro de tubo em “Y”.

Takabayashi & Dicke (1992) e Takabayashi *et al.* (2000) observaram resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho, onde os mesmos autores acessaram respostas positivas do ácaro predador *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae) aos voláteis de plantas de tomate infestadas pelo ácaro *T. urticae* em um olfatômetro de tubo em “Y”.

Outras evidências de que predadores são atraídos pelos voláteis de plantas sob o ataque de herbívoros são apresentados por Dicke & Sabelis (1988) e Dicke *et al.* (1990a) mostrando que plantas de feijão atacadas pelo ácaro rajado (*T. urticae*) produzem uma série de voláteis, a maioria terpenóides, que são atrativos de ácaros predadores desse herbívoro. Venzon *et al.* (1999) observaram uma significativa atração do predador *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) por plantas de pepino infestadas por tripes *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) e por *T. urticae*. Arimura *et al.* (2000) mostraram que plantas de feijão atacadas pelo ácaro fitófago *T. urticae*, ativaram cinco genes de defesa, responsáveis pela atração de ácaros predadores (*P. persimilis*) e ficaram menos susceptíveis ao ataque de ácaros fitófagos. O mesmo não ocorreu quando essas mesmas folhas foram artificialmente

danificadas. Esses autores mostraram ainda que três terpenóides são responsáveis pela ativação desses genes; eles são liberados em resposta a herbivoria, mas não em resposta ao dano artificial.

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que *C. sanguinea* localiza mais facilmente plantas de tomate infestadas com as presas *M. persicae* ou *T. evansi* do que plantas limpas de tomate. A localização de presas pelo predador *C. sanguinea*, mediada por voláteis provenientes do complexo planta-herbívoro é um indício de que a eficiência desse predador na localização de suas presas pode ser maior com a percepção dessas substâncias voláteis do que com a visão (Nakamura 1984), podendo assim reduzir o tempo gasto para localizá-las.

Em relação ao tratamento plantas limpas de tomate vs. Ar limpo observou-se que a maioria das fêmeas de *C. sanguinea* preferiram a corrente de ar limpo, atraindo aproximadamente 2,3 vezes mais predadores que as plantas limpas de tomate (70% vs. 30%). Resultados semelhantes foram obtidos por Reddy (2002), para o crisopídeo *C. carena* quando exposto a plantas limpas de tomate. Plantas de tomate não infestadas podem não ser atrativas aos inimigos naturais de insetos fitófagos, talvez por não oferecerem vantagens (alimento) para eles. Inimigos naturais podem não reagir persistentemente a estes voláteis, ou seja, quando esses voláteis não estão associados com a presença de alimento. Ou ainda, essas plantas podem estar realizando uma contínua produção desses voláteis, pois os custos dessa contínua produção de voláteis pelas plantas podem não significar um ganho na capacidade de atração dos inimigos naturais (Dicke & Sabelis 1988).

Contudo, para o entendimento da evolução dessas interações, é essencial considerar o seu efeito dentro de um contexto de teia alimentar onde os seus membros podem interagir direta ou indiretamente, podendo provocar interações positivas ou negativas entre cada membro da teia (Pallini *et al.* 1997).

Neste trabalho, foram desenvolvidos estudos de comportamento que são fundamentais para se entender os mecanismos responsáveis pelas interações entre os organismos numa teia alimentar. Adicionalmente, faz-se necessário a realização de novos trabalhos para investigar qual a fonte emissora da informação (planta, herbívoro ou interação planta-herbívoro) e também se o comportamento dos organismos testados neste trabalho muda sob condições de campo, onde outros organismos e odores podem estar presentes, podendo influenciar positiva ou negativamente o comportamento causado pelas interações entre eles.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem José H. Schoereder e Hélio G. Leite pelo auxílio nas correções do trabalho, Dr. Paulo Rebelles Reis (EPAMIG) pela identificação dos ácaros utilizados no trabalho, Dr. Paulo Sérgio Fiúza Ferreira (UFV) pela identificação dos pulgões, Eugênio E. de Oliveira, Claudinei Lima e Liana Tavares pelo auxílio na manutenção das criações e produção de plantas de tomate. Os autores também agradecem ao CNPq, a CAPES pela concessão de bolsa e a FAPEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa.

## Literatura Citada

- Agrawal, A. A. 1998.** Leaf damage and associated cues induced aggressive ant recruitment in a neotropical ant-plant. *Ecol.* 79: 2100-2112.
- Agrawal, A. A. & M. T. Rutter. 1998.** Dynamic anti-herbivore defence in ant-plants: The role of induced responses. *Oikos.* 83: 227-236.
- Agrawal, A. A., C. Kobayashi & J. S. Thaler. 1999.** The influence of prey availability and induced host plant resistance on omnivory by western flower thrips. *Ecol.*, 80: 518-523.
- Agrawal, A. A. & R. G. Colfer. 2000.** Consequences of thrips-infested plants for attraction of conspecifics and parasitoids. *Ecol. Entomol.* 25: 493-496.
- Arimura, G., R. Ozawa, T. Shimoda, T. Nishioka, W. Boland, & J. Takabayashi. 2000.** Herbivory induced volatiles elicit defence genes in lima bean leaves. *Nature.* 406: 512–515.
- De Moraes, C. M., W. J. Leiwis, P. W. Pare, H. T. Alborn & J. H. Tumlinson. 1998.** Herbivore-infested plants selectively attract parasitoids. *Londres, Nature.* 393: 570-573.
- Dicke, M. & M. W. Sabelis 1988.** Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds. *Funct. Ecol.* 2: 131-39.

- Dicke, M., T. A. van Beek, M. A. Posthumus, N. Ben Dom, H. van Bokhoven & A. E. de Groot. 1990.** Isolation and identification of volatile kairomone that affects acarine predator-prey interactions: involvement of host plant in its production. *J. Chem. Ecol.* 16: 381-96.
- Drukker, B., P. Scutareanu & M.W. Sabelis. 1995.** Do anthocorid predators respond to synomones from *Psylla*-infested pear trees under field conditions? *Entomol. Exp. Appl.* 77: 193-203.
- Eichler, M. R. & E. M. Reis. 1976.** Seletividade fisiológica de inseticidas aos predadores de afídeos *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) e *Eriopis connexa* (Germ., 1824) (Coleoptera: Coccinelidae). 3<sup>a</sup> ed., Passo Fundo, EMBRAPA/CNPT, 20p.
- Flechtmann, C. H. W. 1983.** Ácaros de importância agrícola. 5<sup>a</sup> ed. São Paulo: 16: 381-396.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G. C. Batista, E. Berti Filho, J. R. P. Parra, R. A. Zucchi, S. B. Alves, J. D. Vendramim, L. C. Marchini, J. R. S. Lopes & C. Omoto. 2002.** Manual de Entomologia agrícola. 2 ed., São Paulo, FEALQ, 920p.
- Isikber, A. A. & M. J. W. Copland. 2002.** Effects of various aphid foods on *Cycloneda sanguinea*. *Entomol. Exp. Et Appl.* 102: p.93-97.

- Janssen, A., J. Bruin, G. Jacobs, R. Schraag & M. W. Sabelis. 1997.** Predators use odours to avoid prey patches with conspecifics. *J. Anim. Ecol.* 66: 223-232.
- Nakamuta, K. 1984.** Visual orientation of a ladybeetle, *coccinella septempunctata* L., (Coleoptera: Coccinellidae), toward its prey. *Appl. Ent. Zool.* 19: 82-86.
- Pallini, A., A. Janssen & M. W. Sabelis. 1997.** Odour-mediated responses of phytophagous mites to conspecific and heterospecific competitors. *Oecologia* 110: 179-185.
- Price, P. W., C. E. Bouton, P. Gross, B. A. McPheron, 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.
- Ponsonby, D. J. & M. J. W. Copland. 1995.** Olfactory responses by the scale insect Predator *Chilocorus nigritus* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocontr. Science Technol.* 5: 83-93.
- Reddy, G. V. P. 2002.** Plant volatiles mediate orientation and plant preference by the predator *Chrysoperla carena* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). *Biol. Contr.* 25: 49-55.
- 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.

**Takabayashi, J. & M. Dicke. 1992.** Response of predatory mites with different rearing histories to volatiles of uninfested plants. *Entomol. Exp. Appl.* 64: 187-193.

**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.

**Takabayashi, J. & M. Dicke. 1996.** Plant-carnivore mutualism through herbivore-induced carnivore attractants. *Plant Science.* 1: 109-113.

**Takabayashi, J., T. Shimoda, M. Dicke, W. Ashihara & A. Takafuji. 2000.** Induced response of tomato plants to injury by green and red strains of *Tetranychus urticae*. *Exp. Appl. Acarol.* 24 (5-6): 377-383.

**Thaler, J. S. 1999.** Jasmonic acid mediated interactions between plants, herbivores, parasitoids, and pathogens: A review of field experiments in tomato. Pages 319-334 in A. Agrawal, S. Tuzun, and E. Bent, eds. *Induced Plant Defenses Against Pathogens and Herbivores: Biochemistry, Ecology, and Agriculture*. APS Press, St. Paul, MN.

**Thaler, J. S., A. L. Fidantsef & R. M. Bostock. 2002.** Antagonism between jasmonate- and salicylate-mediated induced plant resistance: Effects of concentration and timing of elicitors on defense-related proteins, herbivore, and pathogen performance in tomato. *J. Chem. Ecol.* 28:1143-1171.

**Venzon, M., A. Janssen & M. W. Sabelis. 1999.** Attraction of a generalist predator towards herbivore-infested plants. *Entomol. Exp. Appl.* 93: 305-314.

**Vet, L. E. M., & M. Dicke. 1992.** Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 141-72.

### CAPÍTULO 3

## RESPOSTA FUNCIONAL DE *ERIOPIIS CONNEXA* (COLEOPTERA: COCCINELIDAE) PARA *Myzus persicae* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) E *Tetranychus evansi* (ACARI: TETRANYCHIDAE)

RENATO DE ALMEIDA SARMENTO<sup>1</sup>; ADRIÁN J. MOLINA-RUGAMA<sup>1</sup>; ANGELO PALLINI<sup>1</sup>;  
HÉLIO GARCIA LEITE<sup>2</sup>; MADELAINE VENZON<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biologia Animal/Setor de Entomologia

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Florestal

<sup>3</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais

Universidade Federal de Viçosa

36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

E-mail: renato@insecta.ufv.br

**RESUMO** - Estudos de resposta funcional fornecem importantes informações que podem auxiliar na escolha de agentes de controle biológico, pois prevêm informações sobre o número de presas mortas pelos inimigos naturais em diferentes hospedeiros ou densidade de presa. Neste trabalho, foi avaliada a resposta funcional de fêmeas adultas do predador *Eriopis connexa* sobre diferentes densidades do pulgão *Myzus persicae* e do ácaro *Tetranychus evansi* em laboratório. *Eriopis connexa* predou em média 29,34 pulgões e 143,31 ácaros, sendo observado para ambas as presas a resposta funcional do tipo III (sigmoidal). O comportamento do tipo sigmoidal tem sido sugerido como o único tipo de resposta funcional que pode explicar a regulação populacional em alguns artrópodes o que estaria associado a uma maior eficiência de aprendizagem por parte dos inimigos naturais.

**Palavras-chave:** Controle biológico, predador, ácaro, pulgão, tomate.

**FUNCTIONAL RESPONSE OF *Eriopis connexa* (COLEOPTERA: COCCINELIDAE) TO *Myzus persicae* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) AND *Tetranychus evansi* (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

**ABSTRACT** – Functional response studies are important to determine whether a predatory insect can be used as a biological control agent. These studies supply an important information that can aid one when choosing agents of biological control, by means of information on the number of preys killed by the natural enemies in different hosts or prey density. We investigated the functional response of adult females of *Eriopis connexa* to different densities of *Myzus persicae* and adults *Tetranychus evansi*. A functional response type III (sigmoidal) was observed for both prey. *E. connexa* killed on average 29,34 adults of *M. persicae* and 143,34 adults of *T. evansi*. The sigmoidal functional response has been suggested as the only type of response explaining the population regulation in some arthropods, which would be associated to a higher learning efficiency of natural enemies.

**Key Words:** Biological control, predator, red mite, aphid, tomato.

## 1. INTRODUÇÃO

Predadores são reconhecidos como significantes agentes biológicos de mortalidade, reduzindo a população de insetos-praga (DeBach & Rosen 1991, Price 1997). O sucesso do controle biológico vem proporcionando um relevante aumento na utilização de predadores para o controle de insetos-praga (Wiedenmann & Smith 1997, Riudavets & Castane 1998). Isso ocorre devido à necessidade de reduzir o uso exclusivo de pesticidas e evitar o aumento de dosagens ou utilização de produtos altamente tóxicos (Eichler & Reis 1976, Gravena 1989).

Predadores coccinelídeos receberam uma considerável atenção como agentes de controle biológico por consumirem grande número de presas (Iskber & Copland 2002). Esses insetos, conhecidos como joaninhas, são considerados potenciais agentes no controle de artrópodes, atuando diretamente sobre certas pragas e alimentando-se parcial ou totalmente da presa (Hagen 1976, Munyaneza & Obrycki 1997). Desta forma, diferentes autores relataram a importância desses predadores para o controle de pulgões (Hagen 1962, Eichler & Reis 1976) e de ácaros fitófagos que causam sérios danos na cultura do tomate (Flechtmann 1983), em diferentes partes do mundo.

O coccinelídeo *Eriopis connexa*, foi uma das espécies responsáveis pela manutenção da população dos pulgões da alfafa abaixo do nível de controle, na Califórnia (EUA), principalmente durante a primavera (Hodek 1973).

No Brasil, *E. connexa* é comumente encontrado na cultura do tomate (Eichler 1976). Esse predador é considerado um potencial agente para o controle biológico de pragas do tomateiro, porém, poucos trabalhos foram realizados para se determinar a atividade predatória desse coccinelídeo sobre ácaros e pulgões na cultura do tomate.

Diversos fatores podem influenciar a atividade predatória de *E. connexa*, como a densidade da presa, devido ao efeito que causa no comportamento de predação nos inimigos naturais (Solomon 1949, Holling 1959), e que pode influenciar a resposta funcional desse predador.

Resposta funcional refere-se à mudança no número de presas consumidas por um predador por unidade de tempo em relação à densidade da presa (Gitonga *et al.* 2002). Curvas de resposta funcional podem ser usadas para compreender, através de modelos matemáticos, as interações envolvidas entre predadores e presas visando o seu uso em programas de controle biológico (Wiedenmann & Smith 1997).

Visando um melhor entendimento das interações envolvidas entre o predador *Eriopis connexa* e os herbívoros *Tetranychus evansi* e *Myzus persicae* na cultura do tomate, este trabalho teve como objetivo testar a resposta funcional de *E. connexa* para adultos do pulgão *M. persicae* e do ácaro *T. evansi*.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Criação do predador**

Adultos de *E. connexa* foram coletados sobre plantas de tomate localizadas na área experimental do campus da UFV e transferidos para laboratório a  $25 \pm 1^\circ \text{C}$  e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$ . Em seguida, cinco casais de *E. connexa* foram acondicionados em copos plásticos (500ml) em cujo centro da tampa foi realizado um furo e revestido com tecido organza (Figura 1). Para a obtenção das posturas, foram colocados cinco casais de *E. connexa* por copo e alimentados com *M. persicae* e *T. evansi*.

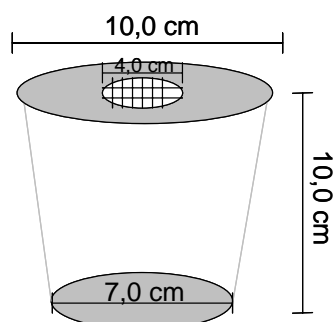


Figura 1. Descrição geral do recipiente de criação de *Eriopsis connexa*.

As posturas foram retiradas da parede dos copos, com o auxílio de um pincel, e acondicionadas em placas de Petri (5,0 x 1,5cm), com pedaço de algodão umedecido, onde permaneceram até a eclosão das larvas. Após a eclosão, as larvas foram individualizadas em placas de Petri e alimentadas com *M. persicae* e *T. evansi*, para uniformizar a idade e facilitar a sexagem dos indivíduos a serem utilizados no bioensaio.

## 2.2. Criação Massal de *M. persicae*

Adultos e ninfas de *M. persicae* foram coletados na área experimental da UFV sobre plantas de tomate. Os pulgões foram transferidos para plantas de tomate da variedade Santa Clara I-5300 e mantidos dentro de casa de vegetação. Plantas com 23 dias foram colocadas em vasos de 8 litros e quando atingiam oito folhas recebiam os pulgões para iniciar a criação massal. As plantas foram trocadas a cada duas semanas para manter a criação.

## 2.3. Criação Massal de *T. evansi*

Adultos e ninfas de *T. evansi* foram coletados nas casas de vegetações da UFV, sobre plantas de tomate. Os ácaros foram separados com auxílio de uma lupa para evitar a contaminação de ácaros predadores e de outras espécies fitófagas na criação massal. Em seguida eles foram transferidos para plantas de tomate da variedade Santa Clara I-

5300 e mantidos em casa de vegetação. Plantas com 23 dias de idade foram colocadas em vasos de 8 litros e quando atingiam o estágio de oito folhas, os ácaros sobre elas eram transferidos para a criação massal. Para a continuidade da criação de ácaros, as plantas foram trocadas a cada três semanas para manter o vigor da criação.

#### **2.4. Predação por fêmeas adultas de *E. connexa***

Após 24h da emergência, fêmeas de *E. connexa* foram acasaladas e em seguida individualizadas em copos plásticos de 500 ml (Figura 1). As fêmeas adultas foram alimentadas com *T. evansi* ou *M. persicae* que foram colocados sobre folhas limpas de tomate, de acordo com o tratamento. As densidades testadas por presa foram determinadas através de testes preliminares, sendo: 50, 100, 150, 200 e 300 para o ácaro fitófago e de 5, 10, 20, 30, 40 e 50 para o pulgão. Para cada tratamento, foram realizadas 5 repetições. A atividade de predação de *E. connexa* foi registrada após 24 h de exposição ao alimento e por um período de três dias. Após quantificar o número de presas consumidas, estas foram substituídas por novos indivíduos visando manter as densidades das presas estudadas. Os experimentos de predação foram realizados a uma temperatura de 25° C e U.R. 70 ± 10% e fotoperíodo de 12 h.

#### **2.5. Análise dos dados**

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F (P = 0,05) em arranjo fatorial de 5x3 representados pelas densidades e número de dias avaliados respectivamente.

O comportamento de predação de *E. connexa* foi ajustado pela equação proposta por Richards (1959), para ambas as presas, sendo:

$$N_a = \frac{\alpha}{\left(1 + e^{\beta - \gamma N}\right)^{\frac{1}{\omega}}} + \varepsilon$$

onde,  $N_a$  é o número de presas mortas por predador,  $N$  é a densidade inicial da presa,  $\beta$  é o tempo (h) de manuseio definido como o tempo requerido para o predador matar, ingerir e digerir a presa,  $\gamma$  é o tempo gasto pelo predador para encontrar a presa,  $\omega$  é o tempo total do bioensaio, que foi de 24 horas, e  $\varepsilon$  é o erro aleatório.

O valor de “ $\alpha$ ” na fórmula corresponde ao número máximo de presas mortas por predador. Os parâmetros  $\beta$  e  $\gamma$  foram estimados usando o procedimento quasi-newton, disponível no software Statistica 6.0.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que não houve efeito interativo entre a densidade e o tempo avaliado na predação de *E. connexa* sobre *M. persicae* e *T. evansi* (Tabela 1). O comportamento de predação foi apenas significativo para o fator densidade da presa (Tabela 1). Como não houve interação entre os fatores densidade e tempo, utilizou-se o número médio dos três dias para estimar o número de presas mortas pelo predador.

O número de presas consumidas por *E. connexa* aumentou na medida que as densidades do pulgão e do ácaro foram maiores (Figuras 2 e 3). Baseado no  $r^2$ , a curva do tipo III (sigmoidal) obteve um melhor ajuste, para ambos os casos (Tabela 2).

**Tabela 1.** Análise de variância do número de presas consumidas pelo predador *Eriopis connexa* em função da densidade de *Myzus persicae* e *Tetranychus evansi* por um período de três dias.

FV	GL	<i>M. persicae</i>		<i>T. evansi</i>	
		QM	F	QM	F
Densidade	4	1834,587	656,77 *	25316,7	242,68 *
Dias	2	6,84	2,45 ns.	8,68	0,08 ns.
Densidade x Dias	8	4,0067	1,43 ns.	58,33	0,56 ns.
Resíduo	60	2,7933		104,3201	
Total	74				

\* P = 0,0001

ns. P > 0,05

**Tabela 2.** Tipos de resposta funcional de *Eriopis connexa* para diferentes densidades do pulgão *Myzus persicae* e do ácaro *Tetranychus evansi*.

Resposta	Tratamento	Equação de regressão	$r^2$
Tipo II	<i>M. persicae</i>	$y = 45,1xe^{17/N}$	0,77
	<i>T. evansi</i>	$y = 190,6 \times e^{65,6/N}$	0,85
Tipo III	<i>M. persicae</i>	$y = \frac{29,3}{(1 + e^{0,6-0,3N})^{0,04}}$	0,98
	<i>T. evansi</i>	$y = \frac{143,3}{(1 + e^{0,04-0,064N})^{0,04}}$	0,97

Este mesmo tipo de resposta funcional foi observado para o predador *Polistes dominulus* Christ (Hymenoptera: Vespidae), quando alimentado com *Cassida rubiginosa* Muller (Coleoptera: Chrysomelidae) (Schenk & Bacher 2002) e com o predador *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), quando alimentado com o afídeo *Brevicoryne brassicae* (Munyanzeza & Obrycki 1997). De acordo com Hassell (1978), esse tipo de comportamento ocorre porque os predadores tendem a procurar mais ativamente suas presas quando a sua quantidade aumenta. O comportamento do tipo sigmoidal tem sido sugerido como o único tipo de resposta funcional que pode explicar a regulação populacional em alguns artrópodes o que estaria associado a uma maior eficiência de aprendizagem por parte dos inimigos naturais (Schenk & Bacher 2002). Estudos de predação, especificamente sobre resposta funcional, são utilizados para inferir o impacto de predadores em programas de controle biológico (Weidenmann & O'Neil 1991). Assim, fornecem uma importante informação que pode auxiliar na escolha de agentes de controle biológico, pois prevêm informações sobre o número de presas mortas por eles em diferentes hospedeiros ou densidade de presa (Weidenmann & O'Neil 1991). *Eriopsis connexa* predou em média 29,34 pulgões da espécie *M. persicae* e 143,31 ácaros da espécie *T. evansi* (Figuras 2 e 3).

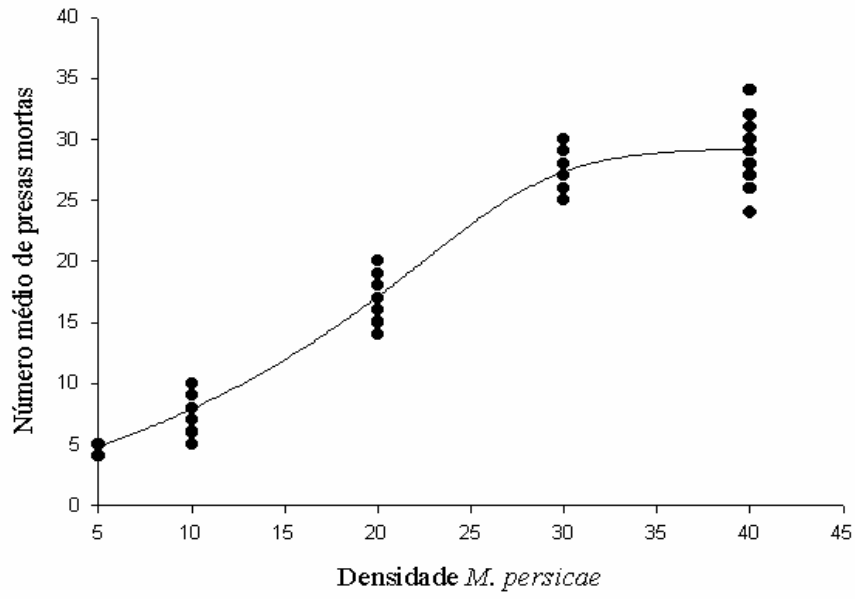


Figura 2. Resposta funcional de *E. connexa* alimentado com diferentes densidades de *M. persicae*.

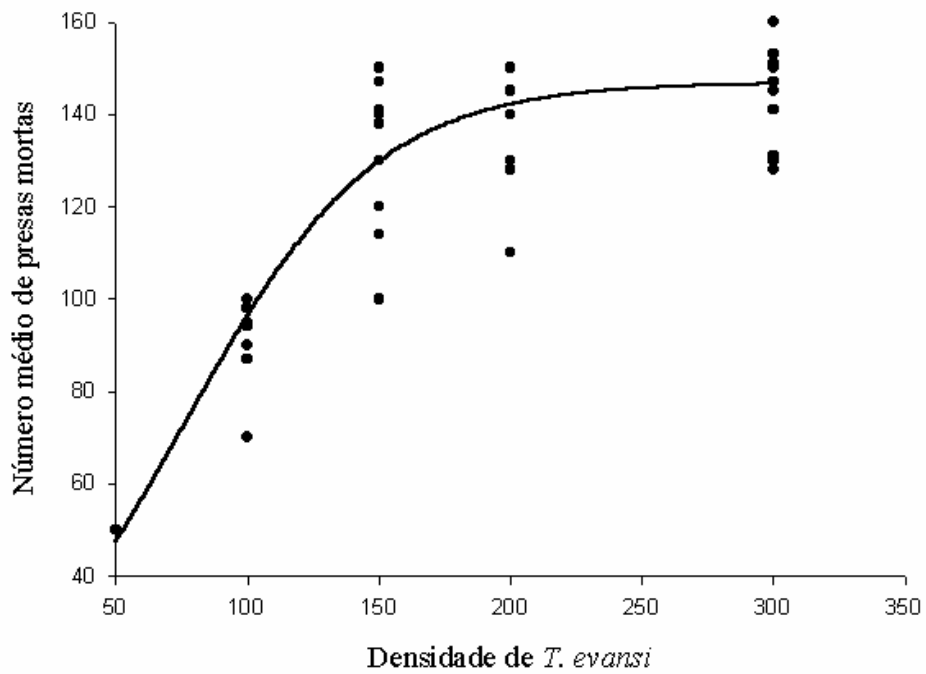


Figura 3. Resposta funcional de *E. connexa* alimentado com diferentes densidades de *T. evansi*.

O hábito generalista de *E. connexa* demonstra o seu potencial para o controle do pulgão *M. persicae* e do ácaro *T. evansi*, pragas na cultura do tomate (Gallo *et al.* 2002, Isikber & Copland 2002). Porém, a quantidade de presas consumidas em laboratório pode variar em campo em função de fatores associados ao sistema de defesa utilizado por alguns insetos. Venzon *et al.* (2000) observaram que larvas de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) utilizam as teias produzidas por *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) como refúgio contra o ataque do predador generalista *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae). Os mesmos autores concluíram que as taxas de encontro e predação de *O. laevigatus* foram negativamente afetadas pelas teias produzidas pelo ácaro. O ácaro *T. evansi* é uma espécie que também produz teia e conseqüentemente as teias produzidas por este ácaro poderiam ser utilizadas por eles como refúgio para predadores e influenciar negativamente a taxa de predação de *E. connexa*.

Um outro fator que poderia influenciar negativamente na resposta funcional de *E. connexa*, agora sobre o pulgão *M. persicae*, seria a produção de feromônios de alarme por seus co-específicos em resposta ao ataque de predadores (Montgomery & Nault 1977). Isso resultaria na dispersão das presas e conseqüentemente dificultaria o ataque de predadores (Wohlers 1998).

Contudo, faz-se necessário a realização de estudos da atividade predatória de *E. connexa* sob condições de campo, para averiguar se esse predador obedece ao mesmo comportamento observado neste trabalho e assim contribuir no entendimento do comportamento de predação desse inimigo natural sobre os fitófagos *M. persicae* e *T. evansi*.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao CNPq, a CAPES pela concessão de bolsa de estudos, ao Dr. Paulo Rebelles Reis e Dr. Paulo Sérgio Fiúza Ferreira pela identificação dos artrópodes utilizados no trabalho e a FAPEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa.

## Literatura Citada

- De Bach, P. & D. Roser. 1991.** Biological Control, 2nd ed. Cambridge Univ. Press, New York. 325p.
- Eichler, M. R. & E. M. Reis. 1976.** Seletividade fisiológica de inseticidas aos predadores de afídeos *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) e *Eriopis connexa* (Germ., 1824) (Coleoptera: Coccinellidae). 3ª ed., Passo Fundo, EMBRAPA/CNPT, 20p.
- Flechtmann, C. H. W. 1983.** Ácaros de importância agrícola. 5ª ed. São Paulo: 16: 381-396.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R. P. L. Carvalho, G. C. Batista, E. Berti Filho, J. R. P. Parra, R. A. Zucchi, S. B. Alves, J. D. Vendramim, L. C. Marchini, J. R. S. Lopes & C. Omoto. 2002.** Manual de Entomologia agrícola. 2 ed., São Paulo, FEALQ, 920p.
- Gitonga, L. M., W. A. Overholt, B. Lohr, J. K. Magambo & J. M. Mueke. 2002.** Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). Biol. Cont. 24: 1-6.
- Gravena, S. 1989.** Manejo de pragas do tomateiro in Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Tomate. 1: p.36-54.
- Hagen, K. S. 1962.** Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. Annu. Rev. Entomol. 7: 289-326.

- Hagen, K. S. 1976.** Role of nutrition in insect management In Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management. 6: 221-226.
- Hassell, M. P. 1978.** (Eds.) Functional responses in the dynamics of arthropod predator-prey systems. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 13: 235p.
- Hodek, I. 1973.** Biology of Coccinellidae. Academic Sciences, Prague. 325p.
- Holling, C. S. 1959.** Some characteristics of simple types of predation and parasitism. Can. Entomol. 91: 385–399.
- Isikber, A. A. & M. J. W. Copland. 2002.** Effects of various aphid foods on *Cycloneda sanguinea*. Entomol. Exp. Appl. 102: p.93-97.
- Montgomery, M. E. & L. R. Nault. 1977.** Comparative response of aphids to alarm pheromone, (E)-beta-farnesene. Entomol. Exper. Appli. 22 (3) 236-242.
- Munyaneza, J. & J. J. Obrycki. 1997.** Functional response of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) to colorado potato beetle eggs (Coleoptera: Chrysomelidae). Biol. Contr., 8: 215–224.
- Price, P. W., 1997.** Insect Ecology. 3rd ed., Wiley, 874p.
- Richards, F. J. 1959.** A flexible growth function for empirical use. J. Exp. Bot., 10 (29), p. 290-320.

- Riudavents, J. & C. Castane. 1998.** Identification and evaluation of native predators of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in the mediterranean. *Env. Entomol.* 27: 86-93.
- Schenk, D. & S. Bacher. 2002.** Functional response of a generalist predator to one of its prey species in the field. *J. Anim. Ecol.*, 71 (3): 524-531.
- Solomon, M. E. 1949.** The natural control of animal populations. *J. Anim. Ecol.* 18: 1–35.
- Venzon, M., A. Janssen, A. Pallini & M. W. Sabelis. 2000.** Diet of a polyphagous arthropod predator affects refuge seeking of its thrips prey. *Anim. Behavi.*, 60: 369-375.
- Wiedenmann, R. N., & R. J. O’Neil. 1991.** Laboratory measurement of the functional response of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). *Environ. Entomol.* 20: 610–614.
- Wiedenmann, R. N. & J. W, Smith. 1997.** Attributes of the natural enemies in ephemeral crop habitats. *Biol. Contr.*, 10: 16–22.
- Wohlers, P. 1998.** Escape responses of pea aphids, *acyrthosiphon-pisum* to alarm pheromones and additional stimuli. *Entomol. Exp. Appl.* 27 (2): 156-168.

## Conclusões Gerais

O ácaro vermelho, *T. evansi*, é capaz de distinguir entre os voláteis produzidos por plantas de tomate da variedade Santa Clara infestadas ou não por co-específicos e, com isso, preferir odores provenientes de plantas infestadas com seus co-específicos. A atratividade de *T. evansi* por plantas infestadas com co-específicos pode estar relacionada ao fato que plantas de tomate, sob ataque de *T. evansi*, se tornariam debilitadas e, conseqüentemente, seu sistema de defesa também. Esses odores podem ainda ter sido produzidos pelos próprios herbívoros com o intuito de atrair co-específicos para o acasalamento. É possível que as plantas de tomate não infestadas não produzam odores ou que produzam, mas que *T. evansi* não seja capaz de reconhecê-lo.

O predador *C. sanguinea* é capaz de localizar plantas de tomate infestadas com *M. persicae* e *T. evansi* através de percepção de voláteis emitidos pelo complexo planta-herbívoro. A localização de presas pelo predador *C. sanguinea*, através da percepção desses voláteis sugere que a eficiência desse predador na localização de suas presas é maior com a percepção dessas substâncias voláteis, podendo reduzir o tempo gasto para localizá-las.

O comportamento de predação de *E. connexa* sobre *T. evansi* e *M. persicae* foi semelhante (sigmoidal). O comportamento do tipo sigmoidal tem sido sugerido como único tipo de resposta funcional que pode explicar a regulação populacional de alguns artrópodes o que estaria associado a uma maior eficiência de aprendizagem por parte dos inimigos naturais.