

## ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

### Herbivoria de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) Induz Defesa Direta em Morangueiro?

MARCOS A.M. FADINI<sup>1,3</sup>, WALKYMARIO P. LEMOS<sup>2</sup>, ANGELO PALLINI<sup>1</sup>, MADELAINE VENZON<sup>3</sup> E SHEILA A. MOURÃO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Depto. Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa, MG, e-mail: fadini@insecta.ufv.br

<sup>2</sup>Embrapa Amazônia Oriental, Tv. Enéas Pinheiro, s/n, Marco, C. postal 48, 66095-100, Belém, PA

<sup>3</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Vila Gianetti 46, 36571-000, Viçosa, MG

*Neotropical Entomology* 33(3):293-297 (2004)

Does Herbivory of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) Induce Direct Defense in Strawberry?

**ABSTRACT** - Plants of strawberry *Fragaria x ananassa* may present mechanisms of direct and indirect defenses against herbivores. Such defenses may influence behaviour and development of phytophagous mites and their natural enemies, thereby reducing herbivory rate. We tested the effect of pre-infestation of strawberry plants by *Tetranychus urticae* Koch on the development and reproduction of the mite species. Strawberry plants (cultivar IAC Campinas) were divided into two groups: plants without and plants with pre-infestation of *T. urticae*. The length of immature phases, the number of eggs per female and the survival of mites were not altered by the pre-infestation. These results may be associated to either the absence or low level of induced resistance of the cultivar IAC Campinas or perhaps the pre-infestation was insufficient to induce defenses. The reported resistance of this cultivar to *T. urticae* could be related to indirect defenses.

**KEY WORDS:** *Fragaria x ananassa*, two spotted spider mite, induced resistance

**RESUMO** - Plantas de morangueiro *Fragaria x ananassa* podem apresentar mecanismos de defesa direta e indireta contra herbívoros. Tais defesas podem alterar o comportamento e o desenvolvimento dos ácaros fitófagos e seus inimigos naturais, reduzindo a taxa de herbivoria. Testou-se o efeito da pré-infestação de plantas de morangueiro por *Tetranychus urticae* Koch sobre o seu desenvolvimento e reprodução. Plantas de morangueiro cultivar IAC Campinas foram divididas em dois grupos: plantas limpas e plantas pré-infestadas por *T. urticae*. A infestação prévia de plantas de morangueiro por *T. urticae* não alterou a duração das fases imaturas, a fecundidade e a sobrevivência das fêmeas do ácaro. Tais resultados podem estar associados à inexistência ou baixo nível de resistência induzida da cultivar IAC Campinas, ou ainda, ao fato de a pré-infestação ter sido insuficiente para induzir defesa. Assim, a resistência relatada na cultivar IAC Campinas a *T. urticae* pode estar relacionada às defesas indiretas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Fragaria x ananassa*, ácaro rajado, resistência induzida

As plantas apresentam defesas constitutivas e induzidas contra herbívoros (Price *et al.* 1980, Karban & Baldwin 1997). Na defesa constitutiva, a planta expressa resistência de forma contínua e não depende da presença ou ação de herbívoros. Na defesa induzida, a planta expressa resistência contra o herbívoro somente após a injúria, podendo atuar diretamente sobre os herbívoros ou inimigos naturais (Thaler *et al.* 1999). O morangueiro *Fragaria x ananassa* possui mecanismo de defesa constitutivo e induzido ao ataque do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Karbon & Baldwin 1997, Steinite & Ievinsh 2002).

O ácaro rajado *T. urticae* é praga chave na cultura do morangueiro (Fadini & Alvarenga 1999). As injúrias causadas pelo ácaro rajado são provocadas pela perfuração das células

da epiderme inferior das folhas e dos frutos verdes. Em alta população, o ácaro rajado reduz a taxa fotossintética das plantas, por causar danos às células do mesófilo foliar e o fechamento dos estômatos, acarretando redução no número e no peso dos frutos. No Brasil, o controle da praga é realizado por meio de acaricidas e do controle biológico (Watanabe *et al.* 1994, Sato *et al.* 2002). A indução de defesa pode apresentar resultados promissores no controle de *T. urticae* (Karbon 1999).

Estudo conduzido por Shanks & Doss (1989) revelou que populações de *T. urticae* sobre morangueiro declinaram, tanto em campo como em casa de vegetação, quando as plantas foram previamente infestadas por co-específicos do ácaro. É possível que a população de *T. urticae* tenha declinado em

decorrência da indução de resistência provocada pela infestação prévia. Embora esses autores não tenham avaliado como as respostas das plantas alteraram os parâmetros biológicos e reduziram o crescimento da população dos ácaros, Kielkiewicz (1988) demonstrou que plantas de *Fragaria grandiflora*, previamente atacadas, tornam-se menos atrativas a *T. urticae*, possivelmente devido ao estímulo de defesas induzidas nessas plantas.

Na literatura sobre defesa induzida pela herbivoria de ácaros em morangueiro (Green et al. 1987, Kielkiewicz 1988, Shanks & Doss 1989, Steinite & Ievinsh 2002), ainda não está elucidado de que forma as defesas induzidas diretas de plantas atuam sobre os parâmetros biológicos de *T. urticae* e se essa é uma estratégia presente em todas as cultivares de morangueiro. Existe a hipótese de que plantas que sofreram infestações prévias por *T. urticae* são capazes de responder às injúrias com maior rapidez em comparação àquelas que não foram atacadas (Balwin & Schmelz 1996).

Para verificar a possibilidade da indução de defesa direta em plantas de morangueiro, estudou-se a biologia de *T. urticae* sobre plantas de morangueiro pré-infestadas por co-específicos de *T. urticae* e sobre plantas não-infestadas em pesquisa conduzida no Laboratório de Acarologia, Departamento de Biologia Animal (DBA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG.

Uma forma de verificar o surgimento de defesa induzida direta em plantas é infestá-las e submetê-las a re-infestações, medindo-se parâmetros biológicos e reprodutivos dos herbívoros durante a re-infestação (Karban & Baldwin 1997). Desta forma, utilizaram-se plantas de morangueiro cultivar IAC Campinas, com três meses de idade, considerada resistente a *T. urticae* (Lourenção et al. 2000). As plantas foram divididas em dois grupos: plantas limpas (não atacadas) e plantas pré-infestadas durante dez dias por cerca de 60 fêmeas de *T. urticae* as quais foram mantidas em gaiolas teladas em casa de vegetação. Nos dois grupos de plantas, foram isoladas, por meio de cola Bio-Control® e de sacolas

de papel, folhas de morangueiro que não receberam infestação de ácaros. Após dez dias de infestação, foram recortados 24 discos (13 mm Ø) das folhas isoladas (sem infestação de ácaros), sendo 13 discos provenientes de plantas pré-infestadas e 11 discos de plantas limpas.

Os discos foliares foram colocados para flutuar, individualmente, em caixas do tipo Gerbox® (3,5 x 11,5 x 11,5 cm) contendo água. No centro de cada disco foi feito um pequeno orifício para passagem de um alfinete entomológico fixado no fundo da caixa por meio de cola de silicone. Desta forma, os discos permaneciam imóveis, sem tocar na parede da caixa, deslocando-se, somente, para cima e para baixo conforme o nível da água (Reis & Alves 1997). As caixas foram mantidas em câmara climatizada, tipo B.O.D. à temperatura de 25°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14h.

Adicionaram-se dois ovos de um dia de idade de *T. urticae* em cada disco foliar. Após a eclosão da primeira larva, retirou-se o ovo remanescente. O desenvolvimento da fase imatura foi avaliado duas vezes ao dia, de manhã e à tarde, para registrar a duração das fases do ácaro. As fases observadas foram ovo, larva, proto-crisálida, proto-ninfa, deuto-crisálida, deuto-ninfa, telo-crisálida e adulto. Quantificou-se a produção diária de ovos e a sobrevivência de fêmeas sobre os mesmos discos foliares utilizados para a biologia das fases imaturas.

A duração média de cada uma das fases imaturas foi comparada pelo teste t ao nível de 5% de significância. O número de ovos produzidos por fêmea de *T. urticae*, em plantas limpas e pré-infestadas, foi comparado utilizando-se o teste de U Mann-Whitney a 5% de significância (Sokal & Rohlf 1995). A análise de sobrevivência foi realizada através do teste de Kaplan-Meier (Hosmer & Lemeshow 1999).

A infestação prévia das plantas de morangueiro não alterou a duração das fases imaturas de *T. urticae* (Fig. 1). O número de ovos produzidos por fêmea de *T. urticae* também não foi influenciado pela infestação prévia das plantas. A postura variou de 53,2 ± 5,48 ovos/fêmea em discos foliares de plantas pré-infestadas a 57,7 ± 8,12 ovos por fêmea em

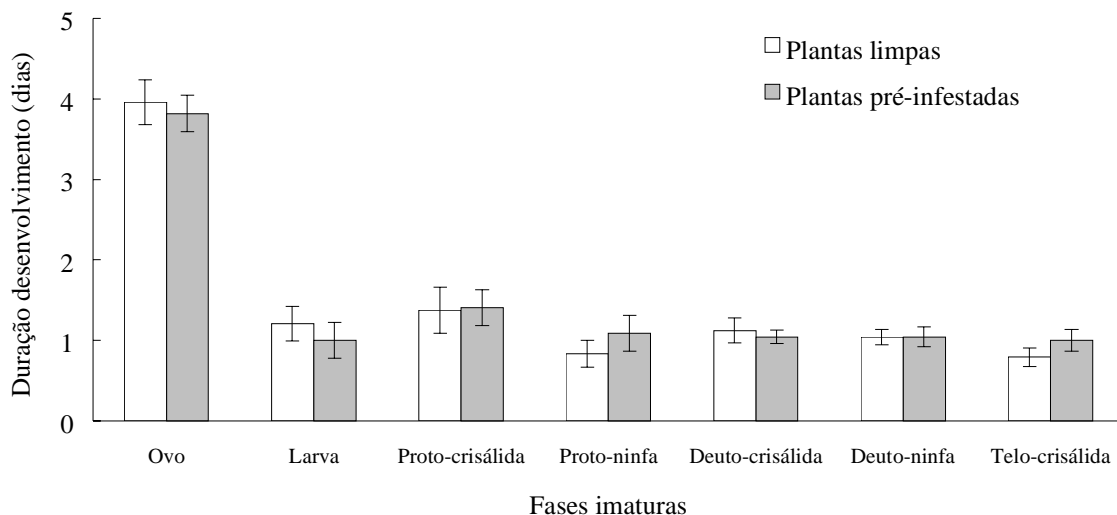


Figura 1. Duração das fases imaturas do ácaro rajado, *T. urticae*, em discos foliares provenientes de plantas limpas e de plantas pré-infestadas de morangueiro 'IAC Campinas' (25°C, UR 70 ± 10% e fotofase de 14h). Os valores representam a média de 11 (plantas limpas) e 13 (plantas pré-infestadas) repetições que não diferiram pelo teste t ( $P < 0,05$ ).

discos foliares de plantas limpas ( $U_{(1,21)} = 68$ ;  $P = 0,84$ ).

A maior produção de ovos por fêmea de *T. urticae* em folhas limpas de morango ocorreu até o nono dia de idade de fêmeas adultas. Fêmeas de *T. urticae*, quando mantidas em folhas limpas, apresentaram a maior fecundidade com cinco dias de idade, com produção diária de 6,4 ovos por fêmea. Em seguida, um novo pico de produção de ovos de menor intensidade foi observado entre os dias 12 e 18, demonstrando que fêmeas quando criadas sobre folhas limpas de morangueiro são capazes de apresentar dois picos de produção de ovos e um prolongamento desse período (Fig. 2A). Quando tiveram como substrato alimentar folhas pré-infestadas de morango, a maior produção de ovos por fêmea de *T. urticae* ocorreu até o sétimo dia de idade. Porém, ao contrário do observado para fêmeas criadas sobre plantas limpas, a partir do sétimo dia de idade ocorreu decréscimo gradativo no número de ovos produzidos por fêmea. Fêmeas de *T. urticae*, quando mantidas em folhas pré-infestadas, apresentaram a maior fecundidade no sexto dia após a emergência do adulto, com produção diária de 8,2 ovos por fêmea (Fig. 2B). Apesar da pequena produção de ovos, fêmeas de *T. urticae* foram capazes de ovipositar até o 19º e 16º dias de idade em folhas de morango limpas e pré-infestadas, respectivamente, fato que pode estar associado,

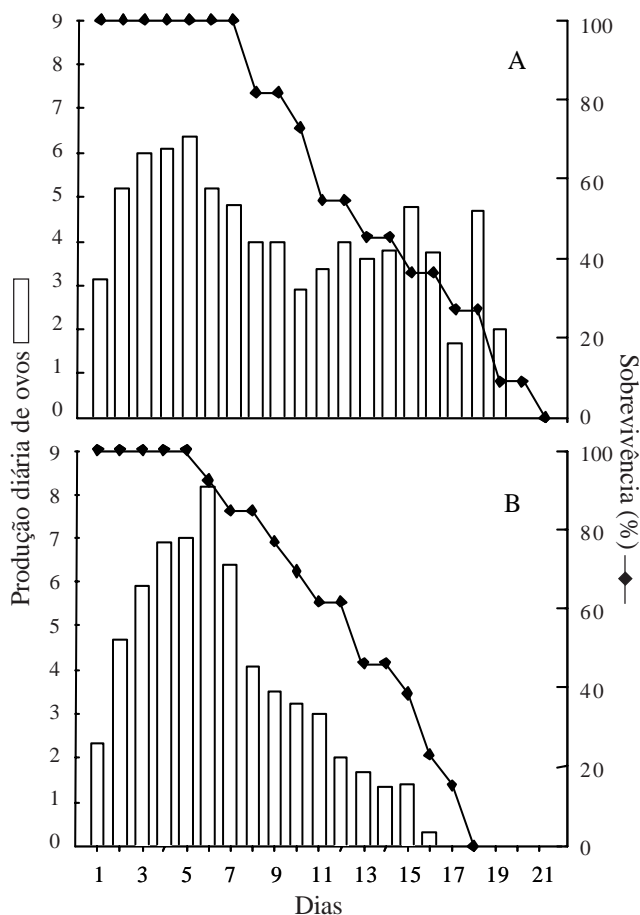


Figura 2. Produção diária de ovos e sobrevivência de fêmeas do ácaro rajado *T. urticae*, em discos foliares provenientes de plantas limpas (A) e plantas pré-infestadas (B) de morangueiro 'IAC Campinas' (25°C, UR 70 ± 10% e fotofase de 14h).

possivelmente, à maior longevidade das fêmeas criadas em plantas limpas (20 dias) do que em plantas pré-infestadas (17 dias) (Figs. 2A e B).

As curvas de sobrevivência para fêmeas de *T. urticae* mantidas em discos foliares de plantas limpas e pré-infestadas não diferiram. A sobrevivência, nos dois substratos, foi de aproximadamente 50% durante os 14 primeiros dias (Figs. 2A e B). A pré-infestação de plantas de morangueiro não alterou a sobrevivência de fêmeas *T. urticae* (Kaplan-Meier = -1,073;  $P = 0,283$ ), sendo sua longevidade média de 12 dias (Fig. 3). A distribuição dos resíduos foi aleatória, sugerindo que o modelo escolhido ajustou-se aos dados.

Não foram identificadas, neste estudo, alterações nos parâmetros biológicos e reprodutivos de *T. urticae* que corroborassem os resultados encontrados na literatura. Os resultados obtidos são relevantes por demonstrarem que a indução de defesa direta em morangueiro não pode ser generalizada, variando com a cultivar em questão. Com base no conhecimento sobre defesa de plantas a herbívoros, três explicações foram formuladas para justificar a não existência de diferença no número de ovos e na longevidade de *T. urticae* mantidos sobre discos foliares provenientes de plantas de morangueiro, cultivar IAC Campinas, limpas e pré-infestadas.

A primeira explicação seria que plantas da cultivar IAC Campinas não apresentam resistência induzida à pré-infestação de *T. urticae*. Ou seja, a cultivar não possui defesa induzida por herbivoria, uma vez que não foram observadas diferenças na duração das fases imaturas, longevidade e produção de ovos por fêmeas mantidas nas duas situações estudadas. Assim, a resistência dessa cultivar a *T. urticae*, conforme proposto por Lourenção *et al.* (2000), possivelmente está ligada às características morfológicas e às defesas constitutivas da planta. De acordo com Kielkiewicz (1988), a resposta induzida em morangueiro caracteriza-se pelo aumento quantitativo e/ou qualitativo de defesas químicas ou físicas, resultando, normalmente, na redução da taxa de herbivoria. Dessa forma, caso a cultivar IAC Campinas apresentasse resposta induzida a *T. urticae*, fato não observado no estudo, o desenvolvimento, sobrevivência e fecundidade, seriam maiores em plantas não expostas ao ataque prévio de *T. urticae*. Estudos demonstram que folhas de morangueiro, previamente atacadas por *T. urticae*, alteraram a concentração de compostos secundários, resultando assim em defesa da planta contra o herbívoro, caracterizada por efeitos tóxicos ou repelentes (Kielkiewicz 1988). Portanto, seria esperado que plantas de morangueiro, previamente infestadas, fossem capazes de alterar o desenvolvimento e a fecundidade de fêmeas de *T. urticae*.

A segunda explicação seria que plantas da cultivar IAC Campinas, pré-infestadas por *T. urticae* apresentam resposta induzida, contudo estas não foram suficientemente intensas, na presente pesquisa, para alterar os parâmetros biológicos e reprodutivos estimados. A intensidade das respostas poderia estar relacionada ao fato de que, a pré-infestação de *T. urticae* (p.e. número de ácaros por folha, tempo de injúria) não foi suficiente para induzir resposta nas plantas de morangueiro. Sabe-se que o tipo e a intensidade da injúria afetam a resposta das plantas (Karban & Baldwin 1997). No caso de morangueiro ainda não existem estudos relacionando

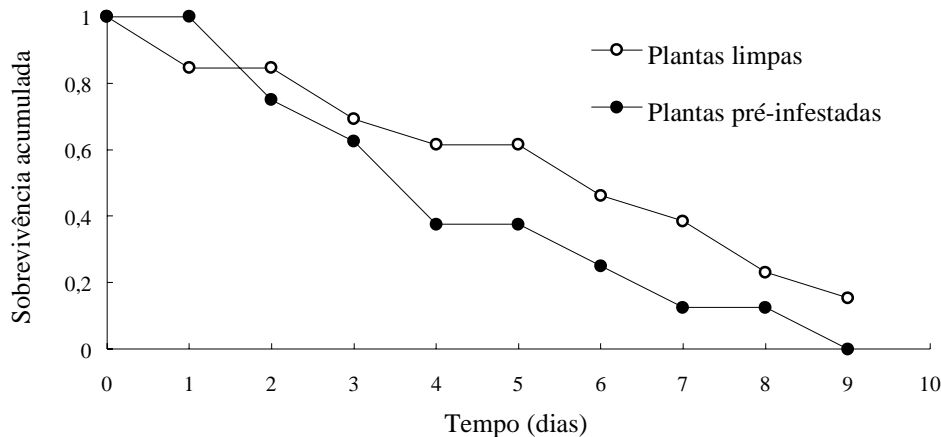


Figura 3. Sobrevivência de fêmeas do ácaro rajado *T. urticae*, em discos foliares provenientes de plantas limpas e pré-infestadas de morangueiro 'IAC Campinas' (25°C, UR 70 ± 10% e fotofase de 14h). As médias não diferiram pelo teste de Kaplan-Meier (P < 0,05).

tipo e a intensidade do ataque de ácaros com a indução de defesa pela planta. Brown *et al.* (1991) verificaram que em plantas de soja a indução de resistência aumentou até à adição de dez ácaros por folha.

A terceira explicação seria que, tanto plantas da cultivar IAC Campinas que sofreram pré-infestação quanto aquelas que não sofreram, apresentam resposta induzida. Assim, não foi possível detectar diferenças entre o número de ovos produzidos e a longevidade de fêmeas de *T. urticae*, uma vez que os dois tratamentos não diferiram. Como as gaiolas teladas que continham os grupos de plantas limpas e pré-infestadas distavam 1 m, existia a possibilidade de as plantas pré-infestadas terem liberado voláteis que induziriam defesas nas plantas não infestadas (Bruin *et al.* 1995).

A confirmação das explicações sugeridas forneceria informações para o entendimento da interação entre *T. urticae* e resposta induzida direta de plantas de morangueiro. Esse conhecimento poderia ainda ser utilizado para melhor aplicabilidade e eficiência da técnica de indução de defesa de plantas no manejo integrado de ácaros na cultura do morangueiro. Dar-se-á prosseguimento às pesquisas para que informações mais conclusivas sobre resistência induzida direta aos ácaros fitófagos em morangueiro sejam obtidas.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro. Ao prof. Arne Janssen pelas sugestões e auxílio nas análises estatísticas.

### Literatura Citada

- Baldwin, I.T. & E.A. Schmelz. 1996.** Immunological "memory" in the induced accumulation of nicotine in wild tobacco. *Ecology* 77: 236-246.
- Brown, G.C., F. Nurdin, J.G. Rodriguez & D.F. Hildebrand. 1991.** Inducible resistance of soybean (var "Williams") to two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). *J. K. Entomol. Soc.* 64: 388-393.
- Bruin, J., M.W. Sabelis & M. Dicke. 1995.** Do plants tap SOS signals from their infested neighbours? *Trends Ecol. Evol.* 10: 167-170.
- Fadini, M.A.M. & D. Alvarenga. 1999.** Pragas do morangueiro. *Inf. Agropec.* 20: 75-79.
- Green, R.H., M.R. Butcher, D.R. Penman & R.R. Scott. 1987.** Population dynamics of two-spotted spider mite in multiple year strawberry crops in Canterbury. *New Zeal. J. Zool.* 14: 509-517.
- Hosmer, D.W. & S. Lemeshow. 1999.** Applied survival analysis: Regression modeling of time to event data. New York, Wiley, 408p.
- Karban, R. 1999.** Future use of plant signals in agricultural and industrial crops. *Novartis Foundation Symp.* 223: 223-238.
- Karban, R. & I.T. Baldwin. 1997.** Induce responses to herbivory. Chicago, University of Chicago Press, 317p.
- Kielkiewicz, M. 1988.** Susceptibility of previously damaged strawberry plants to mite attack. *Entomol. Exp. Appl.* 47: 201-203.
- Lourenção, A.L., G.J. Moraes, F.A. Passos, G.M.B. Ambrosano & L.V. Silva. 2000.** Resistência de morangueiro a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 29: 339-346.
- Price, P.W., C.E. Bouton, P. Gross, B.A. McPherson, J.N. Thompson & A.E. Weis. 1980.** Interactions among three trophic levels: Influence of plants on interactions between insects herbivores and natural enemies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11: 41-65.
- Reis, P.R. & E.B. Alves. 1997.** Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari:

- Phytoseiidae) em laboratório. An. Soc. Entomol. Brasil 26: 565-568.
- Sato, E.S., M. Silva, L.R. Gonçalves, M.F. Souza Filho & A. Raga. 2002.** Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. Neotrop. Entomol. 31: 449-456.
- Shanks, C.H. & R.P. Doss. 1989.** Population fluctuations of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on strawberry. Environ. Entomol. 18: 641-645.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1995.** Biometry. New York, Freeman, 887p.
- Steinite, I., & G. Ievinsh. 2002.** Wound-induced responses in leaves of strawberry cultivars differing in susceptibility to spider mite. J. Plant Phys. 159: 491-497.
- Thaler, J.S., A.L. Fidantsef, S.S. Duffey & R.M. Bostock. 1999.** Trade-offs in plant defense against pathogens and herbivores: a field demonstration of chemical elicitors of induced resistance. J. Chem. Ecol. 25: 1597-1609.
- Watanabe, M.A., G.J. Moraes, I. Gastaldo Jr & G. Nicolella. 1994.** Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em cultura de pepino e morango. Sci. Agric. 51: 75-81.

Received 04/07/03. Accepted 15/01/04.

---