

**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Eficiência dos ácaros predadores *Phytoseiulus fragariae* e *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) no controle de *Tetranychus evansi* e *T. urticae* (Acari: Tetranychidae) em *Lycopersicon esculentum* e *Solanum americanum***

**Geraldo José Nascimento de Vasconcelos**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Ciências. Área de concentração:  
Entomologia

**Piracicaba**

**2006**

Geraldo José Nascimento de Vasconcelos  
Engenheiro Agrônomo

**Eficiência dos ácaros predadores *Phytoseiulus fragariae* e *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) no controle de *Tetranychus evansi* e *T. urticae* (Acari: Tetranychidae) em *Lycopersicon esculentum* e *Solanum americanum***

Orientador:

Prof. Dr. ÍTALO DELALIBERA JÚNIOR

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba

2006

## Dedicatória

Ao meu pai José Teobaldo de Vasconcelos (*in memória*) e a minha mãe Zélia Margarida do Nascimento, pelo privilégio de tê-los como pais, pela educação, caráter e formação moral que eles me passaram com muita propriedade. Em especial, a senhora, minha mãe, por sempre acreditar e incentivar a minha escolha, apoiando-me incondicionalmente desde o primeiro momento que decidi ingressar no “mundo acadêmico”, com a obstinação em tornar-me Engenheiro Agrônomo, não medindo esforços durante todo esse tempo para garantir a concretização deste sonho.

Aos meus irmãos Andréia Santos e Humberto Vasconcelos, pelo companheirismo, incentivos, apoio, admiração e por me darem à certeza que terei sempre um “porto seguro” onde poderei “ancorar”, seja para um merecido descanso ou para me abrigar de alguma “tempestade”.

A todos meus demais familiares, em especial a minha vó Júlia, por todo carinho que tem comigo, aos meus queridos sobrinhos Amanda, Betinho, Neto e Tati, e Meus Cunhados Arnaldo Santos e Célia Vasconcelos.

À minha noiva Cynara Oliveira pela compreensão, apoio e carinho durante todos estes anos.

Ao Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior, que ainda na graduação me deu a chance de estagiar sob sua orientação, onde tive a possibilidade de adquirir as experiências profissionais mais enriquecedoras da minha vida profissional até o momento.

## **Agradecimentos**

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, pela oportunidade de crescimento intelectual e profissional que me propiciou.

Aos meus professores da graduação, em especial a Arlene Bezerra Rodrigues dos Santos, José Vargas de Oliveira e Manoel Guedes Corrêa Gondim Júnior, com os quais tive minhas primeiras aulas de Entomologia.

Aos amigos geograficamente distantes, que pelo grande número, não irei citar, para não correr o risco de esquecer um deles; a vocês, eu agradeço pelo apoio moral e afetivo desde o momento que decidi iniciar esta jornada.

Aos amigos do Departamento Alcine Vaz, Alberto Guanilo, Aníbal Oliveira, Denise Návia, Edmilson Silva, Fabio Aquino, Fernando Silva, Guilherme Micai, Lásaro Silva, Marcos Bellini, Nora Mesa, Renata Freire, Sheila Spongowski, Sigrid Rouam, Tatiane Castro e Vitalis Wekesa, que me aturaram e apoiaram nestes últimos dois anos de muito trabalho.

Aos moradores da gloriosa República Caminho do Céu: Alberto Guanilo, Eduardo Primiano, Fernando Silva, Laércio Carvalho, Marcelo Miranda e Rodrigo Marques, com os quais tive a satisfação de morar durante estes dois anos de estadia em Piracicaba.

Ao grande casal de amigos Edmilson Silva e Jurema Silva que foram fundamentais em todos os momentos, alegrias e tristezas, lazer e trabalho, sem os quais tenho absoluta convicção de que não seria possível ter completado esta etapa importantíssima da minha vida profissional.

Ao Professor Ítalo Delalibera Junior pela disponibilidade de orientar-me, colaborando sempre com boa vontade e paciência.

Ao Professor Gilberto José de Moraes pela orientação, colaboração e dedicação nas “intermináveis” correções que contribuíram substancialmente para a qualidade do presente trabalho.

Ao Dr Marcus Knapp do “African Insect Science for Food and Health” (ICIPE), Nairobi, Kenya, pela revisão e valiosas sugestões nos trabalhos, que foram frutos desta dissertação.

Aos excelentes estagiários Guilherme Micai, Alcine Vaz e Sigrid Rouam, pela eficiência e disposição para trabalhar, contribuindo muito no desenvolvimento deste trabalho.

Aos integrantes do clube do cafezinho da zoologia: Alcine Vaz, Alberto Guanilo, Aníbal Oliveira, Ana Elizabete Ribeiro, Carlos Flechtmann, Daiane Nunes, Denise Návia, Edmilson Silva, Fabio Aquino, Fernando Silva, Eveline Colderan, Gilberto Moraes, Guilherme Micai, Ignacio Zannou, Imeuda Furtado, Ítalo Delalibera Junior, Luciana Oda, Marcos Bellini, Nora Mesa, Paula Lopes, Rafael Castilho, Ralf Araujo, Renata Freire, Renata Simões, Sheila Spongowski, Sigrid Rouam, Stefania Vital, Tatiane Castro, Thiago Castro e Vitalis Wekesa, pelos momentos diários de descontração.

Aos amigos de turma, mestrando e doutorandos, pela cooperação, cumplicidade e amizade.

A Dr<sup>a</sup> Marinéia de Lara Haddad, pelo suporte estatístico nas análises dos dados coletados neste trabalho.

Aos funcionários do Departamento Josenilton Mandro, José Luiz, Lásaro Silva, Nauda, Nina, Rose e Vera.

Ao Programa de Pós-graduação em Entomologia da ESALQ, por ter me acolhido como aluno, e ter fornecido todo suporte intelectual e material necessários para o bom desenvolvimento do meu Mestrado, em especial aos Professores Evoneo Berti Filho, Gilberto Casadei de Baptista, Gilberto Moraes, José Maurício Simões Bento, José Roberto Postali Parra e Roberto Antonio Zucchi, pela transferência de conhecimento que me possibilitaram através de suas disciplinas, e ao Professor João Roberto Spotti Lopes, como coordenador do programa, que me auxiliou em todos os momentos.

A todos os funcionários da Biblioteca Central da ESALQ pela eficiência na realização dos seus trabalhos, sendo fundamentais no desenvolvimento das pesquisas científicas.

Aos responsáveis pelo COMUT nas várias bibliotecas da USP que me auxiliaram em muitos momentos.

Ao Conselho Nacional de Ciência e tecnologia (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo durante estes dois anos de pesquisa.

Ao "German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development" (BMZ) pelo suporte financeiro ao projeto.

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| RESUMO.....  | 9  |
| ABSTRACT.....  | 10 |
| 1 INTRODUÇÃO.....  | 11 |
| Referências.....   | 15 |
| 2 BIOLOGIA DO ÁCARO PREDADOR <i>Phytoseiulus fragariae</i> ALIMENTADO COM<br><i>Tetranychus evansi</i> E <i>Tetranychus urticae</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE,<br>TETRANYCHIDAE) EM QUATRO TEMPERATURAS.....  | 21 |
| Resumo.....  | 21 |
| Abstract.....  | 21 |
| 2.1 Introdução.....  | 22 |
| 2.2 Desenvolvimento.....   | 23 |
| 2.2.1 Material e Métodos.....  | 23 |
| 2.2.2 Resultado e Discussão.....   | 24 |
| 2.2.2.1 Desenvolvimento, sobrevivência e exigências térmicas.....  | 24 |
| 2.2.2.2 Reprodução.....  | 27 |
| 2.2.2.3 Tabela de vida de fertilidade.....   | 29 |
| 2.3 Conclusão.....   | 30 |
| Referências.....   | 32 |
| 3 BIOLOGIA DO ÁCARO PREDADOR <i>Neoseiulus californicus</i> ALIMENTADO COM<br><i>Tetranychus evansi</i> E <i>Tetranychus urticae</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE,<br>TETRANYCHIDAE) EM QUATRO TEMPERATURAS..... | 36 |
| Resumo.....  | 36 |
| Abstract.....  | 36 |
| 3.1 Introdução.....  | 37 |
| 3.2 Desenvolvimento.....   | 37 |
| 3.2.1 Material e Métodos.....  | 38 |
| 3.2.2 Resultado e Discussão.....   | 39 |
| 3.2.2.1 Desenvolvimento, sobrevivência e exigências térmicas.....  | 39 |
| 3.2.2.2 Reprodução.....  | 42 |
| 3.2.2.3 Tabela de vida de fertilidade.....   | 42 |

|   |    |
|---|----|
| 3.3 Conclusão.....  | 46 |
| Referências.....  | 46 |
| 4 PREFERÊNCIA DOS PREDADORES <i>Phytoseiulus fragariae</i> E <i>Neoseiulus californicus</i> EM RELAÇÃO ÀS PRESAS <i>Tetranychus evansi</i> E <i>Tetranychus urticae</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE, TETRANYCHIDAE)..... | 49 |
| Resumo.....   | 49 |
| Abstract.....   | 49 |
| 4.1 Introdução.....   | 50 |
| 4.2 Desenvolvimento.....  | 51 |
| 4.2.1 Material e Métodos.....   | 51 |
| 4.2.2 Resultado.....  | 52 |
| 4.2.3 Discussão.....  | 54 |
| 4.3 Conclusão.....  | 57 |
| Referências.....  | 57 |
| 5 EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE NA VIABILIDADE DE OVOS DOS ÁCAROS PREDADORES <i>Phytoseiulus fragariae</i> E <i>Neoseiulus californicus</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE).....                                   | 59 |
| Resumo.....   | 59 |
| Abstract.....   | 59 |
| 5.1 Introdução.....   | 60 |
| 5.2 Desenvolvimento.....  | 61 |
| 5.2.1 Material e Métodos.....   | 61 |
| 5.2.2 Resultado e Discussão.....  | 63 |
| 5.3 Conclusão.....  | 66 |
| Referências.....  | 66 |
| 6 EFICIÊNCIA DO ÁCARO PREDADOR <i>Phytoseiulus fragariae</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE) COMO AGENTE DE CONTROLE BIOLÓGICO DE <i>Tetranychus evansi</i> E <i>Tetranychus urticae</i> (ACARI: TETRANYCHIDAE).....        | 69 |
| Resumo.....   | 69 |
| Abstract.....   | 69 |
| 6.1 Introdução.....   | 70 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 6.2 Desenvolvimento.....         | 70 |
| 6.2.1 Material e Métodos.....    | 70 |
| 6.2.2 Resultado e Discussão..... | 73 |
| 6.2.2.1 Repetição I.....         | 73 |
| 6.2.2.2 Repetição II.....        | 75 |
| 6.2.2.3 Repetição III.....       | 76 |
| 6.2.3 Discussão.....             | 77 |
| 6.3 Conclusão.....               | 80 |
| Referências.....                 | 80 |

## RESUMO

### **Eficiência dos ácaros predadores *Phytoseiulus fragariae* e *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) no controle de *Tetranychus evansi* e *T. urticae* (Acari: Tetranychidae) em *Lycopersicon esculentum* e *Solanum americanum***

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) figura no cenário mundial como a principal hortaliça em volume industrializado e a segunda atividade hortícola, no que se refere à área cultivada e à importância econômica. A cultura do tomate é conhecida como uma atividade agrícola de alto risco, devido aos graves problemas fitossanitários que ocorrem durante todo seu ciclo. Dentre as principais pragas do tomateiro pode ser citado o ácaro *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard. Este ácaro é encontrado nas Américas, África, Europa e, mais recentemente, na Ásia. No continente africano, esta praga ocasiona perdas de até 90% na produção. *T. evansi* tem se mostrado uma presa desfavorável para a maioria dos predadores estudados até recentemente. Encontra-se em andamento um projeto de controle biológico com intuito de localizar agentes eficientes para o controle de *T. evansi*, que possam ser introduzidos no continente africano. As buscas estão sendo realizadas em espécies de Solanaceae em regiões do continente sul americano que apresentam condições climáticas semelhantes às encontradas nos países africanos onde esta praga está ocorrendo. Os ácaros predadores (Phytoseiidae) encontrados em associação com *T. evansi* naquelas avaliações foram *Phytoseiulus longipes* Evans, *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha e *Neoseiulus californicus* (McGregor), coletadas no município de Uruguaiana, Estado do Rio Grande do Sul. Estudos em laboratório e campo com populações de *P. longipes* apresentaram resultados bastante promissores no controle de *T. evansi*. Nada se conhece, entretanto em relação ao potencial dos outros dois predadores como agentes de controle daquela praga. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial dos predadores *P. fragariae* e *N. californicus*, no controle biológico de *T. evansi* e *T. urticae* em solanáceas.

**Palavra-chave:** Phytoseiidae; Tetranychidae; Tomateiro; Controle biológico; Solanaceae; Tabela de vida; Biologia; Predadores

**ABSTRACT****Efficiency of the predatory mites *Phytoseiulus fragariae* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) in the control of *Tetranychus evansi* and *T. urticae* (Acari: Tetranychidae) in *Lycopersicon esculentum* and *Solanum americanum***

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) is the most important industrialized vegetable crop in the world, and the second horticultural activity in terms of cultivated area and economic importance. The tomato crop is known as an agricultural activity of high risk, due to phytosanitary problems during the entire cycle. Among the mite pests of tomato, *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard is one of the most important in many countries. This mite has been found in the Americas, Africa, Europe and more recently, in Asia. In Africa, this pest causes losses of up to 90% in the tomato production. *T. evansi* is an unfavourable prey for the most common predatory mites studied until recently. In order to reduce the losses caused by *T. evansi* in Africa, a classical biological control program was initiated with the intention of identifying exotic natural enemies of *T. evansi* in South America that can be potentially introduced into Africa. The searches are being conducted on Solanaceae plants in areas of South America with similar climatic conditions of those where *T. evansi* is found in Africa. Three predatory mites (Phytoseiidae) were found associated with *T. evansi* in Uruguaiana-RS, *Phytoseiulus longipes* Evans, *Phytoseiulus fragariae* Denmark and Schicha and *Neoseiulus californicus* (McGregor). Laboratory and field studies with *P. longipes* presented promising results and demonstrated that this predator is a potential candidate agent against *T. evansi*. The potential of the two other predatory species against *T. evansi* is unknown. The objective of this study was to evaluate the potential of *P. fragariae* and *N. californicus* in the biological control of *T. evansi* and *T. urticae* in Solanaceae.

Keywords: Phytoseiidae; Tetranychidae; Tomato crops; Biological control; Solanaceae; Life table; Biology; Predatory mites

## 1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é originário do continente americano, provavelmente da região Andina, de onde foi levado para o México e posteriormente introduzido na Europa, por ocasião da época do descobrimento da América (Filgueira, 2000). Atualmente, é cultivado em regiões tropicais, subtropicais, bem como em regiões mais frias, neste caso, em estufas.

No final da década de setenta, a crescente procura por derivados do tomate fez com que houvesse um significativo aumento na produção mundial, surgindo novos países produtores, que passaram a produzi-lo em grande escala, incentivados pela alta dos preços no mercado mundial (MINAMI; HAAG, 1989). Hoje o tomateiro figura no cenário mundial como a principal hortaliça em volume industrializado, sendo também a segunda atividade hortícola em relação à área cultivada e à importância econômica, superada apenas pela batata (CAMARGO FILHO; MAZZEI, 1996). Segundo a FAO (2006), a produção mundial desta cultura em 2005 foi de 124,8 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 4,5 milhões de hectares.

A cultura do tomateiro é conhecida como uma atividade agrícola de alto risco, devido aos graves problemas fitossanitários que ocorrem durante todo seu ciclo. Dentre as principais pragas do tomateiro encontram-se ácaros das famílias Tetranychidae (*Tetranychus evansi* Baker e Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch), Eriophyidae [*Aculops lycopersici* (Masse)] e Tarsonemidae [*Polyphagotarsonemus latus* (Banks)] (JEPPSON; KEIFER; BAKER, 1975; FLECHTMANN, 1985). As duas espécies de tetraniquídeos causam danos similares, iniciando por clorose foliar seguida de secamento e queda prematura de folhas, podendo levar a planta à morte. Esta seqüência de danos ocorre bem mais rápido quando a planta é infestada com *T. evansi*, devido à sua alta capacidade reprodutiva, que propicia a esta espécie atingir altas populações em curto tempo, tornando-a bastante agressiva à planta infestada.

*T. evansi* foi uma importante praga em tomateiro no nordeste do Brasil até o início da década de oitenta. Posteriormente, a incidência desta praga reduziu bastante, provavelmente devido à ação de inimigos naturais. Atualmente, esta espécie é encontrada nas Américas, África, Europa e, mais recentemente, na Ásia (FERREIRA;

CARMONA, 1995; MEYER, 1996; BOLLAND; GUTIERREZ; FLECHTMANN, 1998; BONATO, 1999; FERRAGUT; ESCUDERO, 1999; KREITER et al., 2002; KNAPP; WAGENER; NAVAJAS, 2003; HO; WANG; CHIEN, 2004; DUVERNEY; KADE; NGUEYE-NDIAYE, 2005; MIGEON, 2005). No sul do continente africano, esta espécie é a principal praga do tomateiro, ocasionando perdas de até 90% na produção (SARR et al., 2002).

Tentativas de controle dessa praga com o uso de acaricidas convencionais não têm apresentado resultados satisfatórios; além disso, ácaros e insetos nativos não apresentaram potencial como inimigos naturais (KNAPP et al., 2003). Uma alternativa para seu controle seria através de projeto de controle biológico clássico, que consiste na introdução de um inimigo natural exótico, a fim de manter a população da praga a baixos níveis. Porém, *T. evansi* tem-se mostrado uma presa desfavorável para a maioria dos predadores estudados até o momento. As seguintes espécies de predadores já foram testadas, sem que os resultados tenham sido satisfatórios: Ascidae, *Asca* sp.; Phytoseiidae, *Euseius concordis* (Chant), *Neoseiulus californicus* (McGregor), *Paraphytoseius orientalis* (Narayanan, Kaur e Ghai), *Phytoseiulus longipes* Evans, *Phytoseiulus macropilis* (Banks), *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *Phytoseius guianensis* De Leon, *Phytoseius hawaiiensis* Prasad, *Typhlodromus annectens* (De Leon), *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt e *Typhlodromus porresi* McMurtry; Tydeidae, *Pronematus* sp. (MORAES; LIMA, 1983; MORAES; McMURTRY, 1985; MORAES; McMURTRY, 1986; FIABOE et al., 2004b; ESCUDERO; FERRAGUT, 2005; ROSA et al., 2005).

Encontra-se em andamento um projeto de controle biológico clássico de *T. evansi*, do qual participam a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), com auxílio da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), sob a coordenação do “African Insect Science for Food and Health” (ICIPE), Nairobi, Kenya. A busca por agentes de controle de *T. evansi* proposta neste projeto ocorre, em regiões do continente sul americano, em regiões com condições climáticas semelhantes às encontradas nos países africanos onde esta praga está ocorrendo (FIABOE et al., 2006). Condições climáticas semelhantes entre o local de origem e o de destino aumentam as chances de êxito do

inimigo natural quando introduzido na nova região. Os dados do levantamento climático mostraram que várias regiões da América do Sul apresentam condições semelhantes às regiões da África em que *T. evansi* é importante. No Brasil, a maioria das áreas prioritárias foram localizadas nas Regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Em outubro de 2002, foi iniciada a busca por inimigos naturais de *T. evansi* entre o Rio Grande do Norte/Rio Grande do Sul, passando pelas quatro regiões citadas anteriormente. Nestas regiões, foram feitas coletas em diversas espécies de Solanaceae nativas e cultivadas. Após as coletas, foram identificadas diversas espécies de ácaros predadores das famílias Ascidae, Bdellidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Phytoseiidae, Stigmaeidae e Tydeidae, assim como de insetos predadores das famílias Cecidomyiidae, Coccinellidae e Syrphidae (ROSA et al., 2005; FURTADO, 2006; FURTADO et al., 2006; FIABOE et al., 2003; FIABOE et al., 2004a, 2004b; GONDIM JR. et al., 2005). Entre estes predadores, três espécies de fitoseídeos aparentaram ser promissoras, duas do gênero *Phytoseiulus*, *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha, *P. longipes*, e uma do gênero *Neoseiulus*, *N. californicus*, coletadas no município de Uruguaiana, Estado do Rio Grande do Sul.

O gênero *Phytoseiulus* contém quatro espécies [*P. fragariae*, *P. longipes*, *Phytoseiulus macropilis* (Banks), e *P. persimilis*] que ocorrem naturalmente nas regiões tropicais e subtropicais (TAKAHASHI; CHANT, 1993a). Segundo McMurtry e Croft (1997), as espécies deste gênero são predadoras específicas de espécies de *Tetranychus*. Desde os anos sessenta estas espécies têm atraído considerável atenção como agente de controle biológico de tetraniquídeos em todo mundo (TAKAHASHI; CHANT, 1992), com destaque para *P. persimilis* que é o ácaro predador mais comercializado para fins de controle biológico (GERSON; SMILEY; OCHOA, 2003).

*P. longipes* foi descrito inicialmente do Zimbábue (EVANS, 1958), sendo posteriormente registrado na Argentina, Chile e África do Sul (HERRERO; FERNANDEZ; ESCUDERO, 1990; GONZALEZ; SCHUSTER, 1962; BADI; McMURTRY, 1984; MERWE, 1968), em associação com os tetraniquídeos *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval), *Tetranychus desertorum* Banks e *T. urticae* (TAKAHASHI; CHANT, 1993a). Furtado (2006) registrou pela primeira vez a ocorrência desta espécie no Brasil, sobre solanáceas, associado com *T. evansi*. Badii e McMurtry (1984) e

Takahashi e Chant (1994) estudaram a biologia deste predador alimentado com *Tetranychus pacificus* McGregor, obtendo resultados comparáveis aos obtidos para *P. persimilis*. Moraes e McMurtry (1985) estudaram a sobrevivência e oviposição de uma população de *P. persimilis* coletada no Marrocos, alimentado-a com *T. evansi*, concluindo que esta presa proporciona uma baixa taxa de oviposição e sobrevivência para o predador. Estudos de laboratório e de campo produziram resultados bastante promissores para a população de *P. longipes* coletada em Uruguaiana, como agente de controle de *T. evansi* (FERRERO, 2006; FURTADO, 2006).

Com relação a *P. fragariae*, pouco se sabe a respeito da ecologia e biologia desta espécie, que provavelmente é endêmica da fauna Neotropical (TAKAHASHI; CHANT, 1993a). Esta espécie foi coletada pela primeira vez em São Paulo, associada a *T. urticae* (DENMARK; SCHICHA, 1983), e posteriormente em Santa Catarina, também associada à mesma presa (TAKAHASHI; CHANT, 1993b). Mais dois registros completam o relato da ocorrência desta espécie, feitos na Argentina e na Colômbia (MORAES; MESA; BRAUN, 1991; CEDOLA, 1999). Os únicos estudos de biologia deste predador foram feitos por Takahashi e Chant (1992) e Fraga (1996), utilizando *T. pacificus* e *T. urticae*, respectivamente, como presa, obtendo resultados promissores.

Já *N. californicus* é encontrada em todas as regiões zoogeográficas (MORAES et al., 2004), enquadrando-se no grupo dos ácaros predadores que alimentam-se de tetraniquídeos, outros ácaros (McMURTRY; CROFT, 1997) e até mesmo de insetos e pólen (CROFT; MONETTI; PRATT, 1998), sendo a segunda espécie de ácaro predador mais comercializada no mundo (GERSON; SMILEY; OCHOA, 2003). Esta espécie é bem conhecida com relação aos seus parâmetros biológicos e ecológicos, sobretudo como agente de controle de *T. urticae*. Moraes e McMurtry (1985) e Escudero e Ferragut (2005) estudaram o potencial de populações deste predador, oriundas da América do Norte e Europa, respectivamente, oferecendo como presa *T. evansi*, porém os resultados não foram satisfatórios.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial da população dos predadores *P. fragariae* e *N. californicus* coletados em Uruguaiana no controle biológico de *T. evansi*, comparando-o a *T. urticae* em solanácea.

## Referências

BADII, M.H.; McMURTRY, J.A. Life history of and life table parameters for *Phytoseiulus longipes* with comparative studies on *P. persimilis* and *Typhlodromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). **Acarologia**, Paris, v. 25, p. 111-123, 1984.

BOLLAND, H.R.; GUTIERREZ, J.; FLECHTMANN, C.H.W. **World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)**. Leiden: Brill Academic Publishers, 1998. 392 p.

BONATO, O. The effect of temperature on life history parameters of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 23, p. 11-19, 1999.

CAMARGO FILHO, W.P.; MAZZEI, A.R. Necessidade de Reconversão da Produção de Tomate em São Paulo: ações na cadeia produtiva. **Revista Informações Econômicas**, São Paulo, v. 26, p. 105-115, 1996.

CEDOLA, C.V. Nuevas citas de ácaros fitoseidos (Acari: Phytoseiidae) en ambientes hortícolas platenses. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, Buenos Aires, v. 58, p. 157-158, 1999.

CROFT, B.A.; MONETTI, L.N.; PRATT, P.D. Comparative life histories and predation types - are *Neoseiulus californicus* and *N. fallacis* (Acari, Phytoseiidae). similar type II selective predators of spider mites. **Environmental Entomology**, College Park, v.27, p. 531-538.

DENMARK, H.A.; SCHICHA, E. Revision of the genus *Phytoseiulus* Evans (Acarina: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 9, p. 27-35, 1983.

DUVERNEY, C.; KADE, N.; NGUEYE-NDIAYE, A. Essais préliminaires pour limiter les dégâts de Tetranychidae sur les cultures maraichères dans le Sine-Saloum (Sénégal). In: COMPTES RENDUS DU DEUXIÈME COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES ACARIENS DES CULTURES DE L'AFPP, 80., 2005, Montpellier. **Annales...** Agro-Montpellier: AGRO-MONTPPELLIER, 2005. p. 24-25.

ESCUADERO, L.A.; FERRAGUT, F. Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, Orlando, v. 32, p. 378-384, 2005.

EVANS, G.O. A new mite of the genus *Phytoseiulus* Evans (Acarina: Phytoseiidae) from southern Rhodesia. **Journal of the Entomological Society of Southern Africa**, Pretoria, v. 21, p. 306-308, 1958.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em:  
<<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=en>>. Acesso em: 5 fev. 2006.

FERRAGUT, F; ESCUDERO, L.A. *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari, Tetranychidae), una nueva araña roja en los cultivos hortícolas españoles. **Boletín de Sanidad Vegetal**. Serie Plagas, Madrid, v. 25, p. 157-164, 1999.

FERREIRA, M.A.; CARMONA, M.M. Acarofauna do tomateiro em Portugal. In: ALONSO-ZARAZAGA, M.A.; SART, A.C.; SAURA, E.G.-B., SANZ, P. G.; MOYA, I.I.; MUNGUIRA, M.L.; LUCIÁÑEZ-SÁNCHEZ, M.J.; MORAL, V.L.; ALBADEJO, C.M.; CANO, J.M.; MATEO, M.P.M.; PIERA, F.M.; PÉREZ, E.M.; ALDREY, J.L.N.; CASTILLO, C.R.; BENITO, M.J.S.; BENITO, J.C.S.; MONTESINOS, J.L.V. (Ed) **Avances en Entomología Ibérica**. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales y Universidad Autónoma de Madrid, 1995. p. 385-392.

FERRERO, M. **Life tables of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* feeding on *Tetranychus evansi* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) at four temperatures**. 2005. 29 p. Dissertation (Master's degree in Agronomie Approfondie) – Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Montpellier, 2005.

FIABOE, K.K.M.; GONDIM JR., M.G.C.; MORAES, G.J.; OGOL, C.K.P.O.; KNAPP, M. Busca de predadores potenciais do ácaro vermelho do tomateiro, *Tetranychus evansi*, para possível introdução como agente de controle biológico na África. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DA UFRPE, 4., 2003, Recife. **Anais...** Recife: Imprensa Universitária, 2003. 1 CD-ROM.

FIABOE, K.K.M.; FONSECA, R.L.; MORAES, G.J.; OGOL, C.K.P.O.; KNAPP, M. Identification of priority areas in South America for exploration of natural enemies for classical biological control of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in Africa. **Biological Control**, Orlando, v. 38, p. 373-379, 2006.

FIABOE, K.K.M.; GONDIM JR, M.G.C.; MORAES, G.J.; KNAPP, M.; OGOL, C.K.P.O.; BRITTO, E.P.J. Artrópodes predadores associados a *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) em solanáceas nativas em Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Anais ...**, Gramado, 2004a. v. 1. p. 171.

FIABOE, K.K.M.; GONDIM JR, M.G.C.; MORAES, G.J.; KNAPP, M.; OGOL, C.K.P.O.; SILVA, F.R. Avaliação de *Tetranychus evansi* e *Aculops lycopersici* como presas para quatro ácaros predadores freqüentemente associados a solanáceas nativas no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Anais...** Gramado, 2004b. v. 1. p. 172.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FLECHTMANN, C.H.W. **Ácaros de importância agrícola.** São Paulo: Nobel, 1985. 189 p.

FRAGA, A.I.A. **Biologia de *Phytoseiulus fragariae* Denmark & Schicha, 1983 (Acari: Phytoseiidae) em morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.).** 1996. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1996.

FURTADO, I.P. **Sélection d’ennemis naturels pour la lutte biologique contre *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae), en Afrique.** 2006. 161 p. These (Doctorale en Biologie de l’Evolution et Ecologie) – Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Université de Montpellier II, Montpellier, 2006.

FURTADO, I.P.; KREITER, S.; MORAES, G.J.; TIXIER, M.-S.; FLECHTMANN, C.H.W.; KNAPP, M. Plant mites (Acari) from Northeastern Brazil, with descriptions of two new species of the family Phytoseiidae (Mesostigmata). **Acarologia**, Paris, v. 45, p. 131-143, 2005.

GERSON, U.; SMILEY, R.L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control.** Oxford: Blackwell Science, 2003. 539 p.

GONDIM JR., M.G.C.; BRITTO, E.P.J.; SILVA, F.R.; FIABOE, K.K.M.; MORAES, G.J.; DELALIBERA JR., I.; KNAPP, M. Flutuação populacional dos predadores associados a *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) em solanáceas em Recife. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 9., 2005, Recife. **Anais...** Recife, 2005. p. 167.

GONZALEZ, R.H.; SCHUSTER, R.O. Especies de la familia Phytoseiidae en Chile I. (Acarina: Mesostigmata). **Boletin Tecnico/Estacion Experimental Agronomica, Maipu**, Maipu, v. 16, p. 1-35, 1962.

HERRERO, A.P.J.; FERNANDEZ, R.V.; ESCUDERO, L.A. *Mesoseiulus longipes* (Evans) (Acari-Phytoseiidae) un nuevo acaro benefico en el agroecosistema citrico de Tucuman. **Revista Agronomica del Noroeste Argentino**, Tucuman, v. 25, p. 49-61, 1990.

HO, C.C.; WANG, S.C.; CHIEN, Y.L. Field observation on 2 newly recorded spider mites in Taiwan. **Plant Protection Bulletin**, Taiwan, v. 47, p. 391-402, 2004.

JEPPSON, L.R.; KEIFER, H.H.; BAKER, E.W. **Mites injurious to economic plants**. Berkeley: Univ. California Press, 1975. 614 p.

KNAPP, M.; SAUNYAMA, I.G.M.; SARR, I.; MORAES, G.J. *Tetranychus evansi* in Africa – Status, Distribution, Damage and Control Options. In: DEUTSCHER TROPENTAG, 6., 2003. Göttingen. **Abstracts...** Göttingen, 2003. p. 102.

KNAPP, M.; WAGENER, B.; NAVAJAS, M. Molecular discrimination between the spider mite *Tetranychus evansi* Baker & Prichard, an important pest of tomatoes in southern Africa, and the closely related species *T. urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). **African Entomology**, Pretoria, v. 11, p. 300-304, 2003.

KREITER, S.; AUGER, P.; LEBDI GRISSA, K.; TIXIER, M.-S.; CHERMITI, B.; DALI, M. Plant inhabiting mites (Acari: Prostigmata & Mesostigmata) of some northern Tunisian crop. **Acarologia**, Paris, v. 42, p. 389-402, 2002.

McMURTRY, J.A.; CROFT, B.A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 42, p. 291-321, 1997.

MERWE, G.G. van der. A taxonomic study of the family Phytoseiidae (Acari) in South Africa with contributions to the biology of two species. **Entomology Memoirs**, Pretoria, v. 18, p. 1-198, 1968.

MEYER, M.K.P.S. **Mite pests and their predators on cultivated plants in Southern Africa**: vegetables and berries. Pretoria: ACR-Plant Protection Research Institute, 1996. 90 p.

MIGEON, A. Un nouvel acarien ravageur en France: *Tetranychus evansi* Baker et Pritchard. **Phytoma**, Paris, v. 579, p. 38-42, 2005.

MINAMI, K.; HAAG, H.P. **O tomateiro**. Campinas: Fundação Cargil, 1989. 397 p.

MORAES, G.J.; LIMA, H.C. Biology of *Euseius concordis* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) a predator of the tomato russet mite. **Acarologia**, Paris, v. 24, p. 251-255, 1983.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Comparison of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) as prey for eight species of phytoseiid mites. **Entomophaga**, Paris, v. 30, p. 393-397, 1985.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Suitability of the spider mite *Tetranychus evansi* as prey for *Phytoseiulus persimilis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 40, p. 109-115, 1986.

MORAES, G.J.; MESA, N.C.; BRAUN, A. Some phytoseiid mites of Latin America (Acari: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 17, p. 117-139, 1991.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CAMPOS, C.B. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, Auckland, v. 434, p. 1-494, 2004.

ROSA, A.A.; GONDIM JR., M.G.C.; FIABOE, K.K.M.; MORAES, G.J.; KNAPP, M. Predatory mites associated with *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) on native solanaceous plants of coastal Pernambuco State, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, p. 689-692, 2005.

SARR, I.; KNAPP, M.; OGOL, C.K.P.O.; BAUMGÄRTNER, J. Impact of predators on *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard populations and damage on tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Kenya. In: CONGRESS INTERNATIONAL OF ACAROLOGY, 11., 2002, Merida. **Abstract...** Merida 2002. p. 271.

TAKAHASHI, F.; CHANT, D.A. Adaptive strategies in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). I. Developmental times. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 18, p. 171-176, 1992.

TAKAHASHI, F.; CHANT, D.A. Phylogenetic relationships in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). I. Geographic distribution. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 19, p. 15-22, 1993a.

TAKAHASHI, F.; CHANT, D.A. Phylogenetic relationships in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). II. Taxonomic review. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 19, p. 23-37, 1993b.

TAKAHASHI, F.; CHANT, D.A. Adaptive strategies in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). II. Survivorship and Reproduction. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 20, p. 87-97, 1994.

## 2 BIOLOGIA DO ÁCARO PREDADOR *Phytoseiulus fragariae* ALIMENTADO COM *Tetranychus evansi* E *Tetranychus urticae* (ACARI: PHYTOSEIIDAE, TETRANYCHIDAE) EM QUATRO TEMPERATURAS

### Resumo

*Tetranychus evansi* Baker e Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) são importantes pragas de Solanaceae em muitos países. Trabalhos anteriores têm demonstrado que *T. urticae* é uma presa favorável para vários ácaros predadores, enquanto *T. evansi* tem se mostrado como uma presa desfavorável para a maioria dos predadores que têm sido testados como inimigos naturais. *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha (Acari: Phytoseiidae) foi coletado em associação com estas duas espécies no Brasil. O objetivo deste trabalho foi comparar os parâmetros biológicos deste predador nas presas *T. evansi* e *T. urticae*. O estudo foi conduzido em laboratório a 15, 20, 25 e 30°C. Os parâmetros avaliados foram à duração das diferentes estágios imaturos e diferentes fases do estágio adulto, bem como os parâmetros reprodutivos. Em geral, com o aumento da temperatura, a duração das fases imaturas foi mais curta, a fecundidade total foi mais baixa e taxa intrínseca de aumento populacional ( $r_m$ ) foi mais alta. Os resultados sugerem que *P. fragariae* não pode ser considerados um bom predador para *T. evansi*, porém é agente de controle promissor para *T. urticae*.

Palavra-chave: Tetraniquídeos; Controle biológico; Solanaceae

### Abstract

*Tetranychus evansi* Baker e Pritchard and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) are important pests of Solanaceae in many countries. Previous works have demonstrated that *T. urticae* is an acceptable prey to several predatory mites, while *T. evansi* has been shown to constitute an unfavorable prey to most predatory mites that have been tested against it. *Phytoseiulus fragariae* Denmark and Schicha (Acari: Phytoseiidae) has been found in association with both of those species in Brazil. The objective of this work was to compare biological parameters of *P. fragariae* on *T. evansi* and on *T. urticae* as prey. The study was conducted in a laboratory at 15, 20, 25 and 30°C. Parameters evaluated referred to the duration of different immature and adult phases as well as to reproductive parameters. In general, duration of each life stage was shorter, total fecundity was lower and intrinsic rate of population increase ( $r_m$ ) was higher with increasing temperatures. The results suggest that *P. fragariae* cannot be considered a good predator of *T. evansi*, but that it is a promising control agent of *T. urticae*.

Keywords: Spider mite; Biological control; Solanaceae

## 2.1 Introdução

*Tetranychus evansi* Baker e Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch são importantes pragas de Solanaceae em várias continentes (JEPPSON; KEIFER; BAKER, 1975). *T. evansi* tem sido relatado nas Américas, África, Europa e, mais recentemente na Ásia (FERREIRA; CARMONA, 1995; MEYER, 1996; BOLLAND; GUTIERREZ; FLECHTMANN, 1998; BONATO, 1999; FERRAGUT; ESCUDERO, 1999; KREITER et al., 2002; KNAPP et al., 2003; HO; WANG; CHIEN, 2004; DUVERNEY; KADE; NGUEYE-NDIAYE, 2005; MIGEON, 2005). Esta espécie tem demonstrado preferência por solanáceas em muitos continentes onde foi encontrada. *T. urticae* é uma espécie cosmopolita que ocorre em uma gama extensa de plantas hospedeiras de diferentes famílias (BOLLAND; GUTIERREZ; FLECHTMANN, 1998).

Trabalhos anteriores (KOSTIAINEN; HOY, 1996) têm demonstrado que *T. urticae* é uma presa favorável para vários ácaros predadores. O oposto tem sido observado para *T. evansi*, que é desfavorável como presa aos ácaros predadores que foram avaliados (MORAES; LIMA, 1983; MORAES; McMURTRY, 1985; MORAES; McMURTRY, 1986; ESCUDERO; FERRAGUT, 2005 ROSA et al., 2005). Uma possível exceção é uma população brasileira de *Phytoseiulus longipes* Evans, que parece ser um bom predador desta presa (FURTADO, 2006).

Outro predador do mesmo gênero, *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha, foi recentemente coletado em associação com *T. evansi* sobre *Solanum americanum* Mill. em Uruguiana, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (FURTADO, 2006). Até então, os registros deste predador no Brasil foram todos em associação com *T. urticae*, sobre *Fragaria* sp. e *Bidens pilosa* L. (DENMARK; SCHICHA, 1983; TAKAHASHI; CHANT, 1993). Esta é a espécie menos estudada do gênero *Phytoseiulus*. A 26°C, e usando ovos de *Tetranychus pacificus* McGregor como presa, Takahashi e Chant (1992, 1994) relataram que *P. fragariae* apresenta longo tempo de desenvolvimento e baixa capacidade reprodutiva, quando comparada com as outras espécies do mesmo gênero. Entretanto, Fraga (1996) relatou que a 27°C e com ovos de *T. urticae* como presa, *P. fragariae* tem uma taxa de desenvolvimento comparável as de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (SMITH; SUMMERS, 1949; PRASAD, 1967) e *Phytoseiulus persimilis* Athias-

Henriot (LAING, 1968; AMANO; CHANT, 1977).

O objetivo deste trabalho foi comparar os parâmetros biológicos de *P. fragariae* em *T. evansi* e *T. urticae* como presa.

## 2.2. Desenvolvimento

### 2.2.1 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em 2005, no Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) - Universidade de São Paulo, onde foram depositados exemplares representantes dos ácaros estudados.

*T. evansi* e *T. urticae* foram obtidos de colônias que vinham sendo mantidas por vários anos no Laboratório de Acarologia da ESALQ, sobre plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. e *Canavalia ensiformis* (L.) DC., respectivamente. *P. fragariae* foi obtido de uma colônia iniciada com espécimes coletadas em Uruguaiiana aproximadamente 6 meses antes do início do estudo. A colônia do predador foi mantida usando uma adaptação do método de McMurtry e Scriven (1965) a  $25,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ,  $88 \pm 7\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 h, e alimentadas com *T. urticae* em folhas de *C. ensiformis*.

O estudo foi iniciado com ovos recém ovipositados por *P. fragariae*. Para a obtenção destes, lotes de aproximadamente 100 fêmeas adultas de *P. fragariae*, oriundas das colônias, foram transferidas para um folíolo de *C. ensiformis* infestado por *T. urticae*. Quatro horas mais tarde, os ovos postos pelos predadores foram transferidos para unidades experimentais, colocando-se um ovo por unidade. Este processo foi repetido até que fossem obtidos 50 ovos do predador para cada tratamento. A unidade experimental foi constituída por uma caixa de acrílico (2,6 cm de diâmetro e 1,0 cm de altura), o fundo de cada caixa foi forrado com um disco de papel filtro, sobre o qual foi colocado um disco de folha de *S. americanum* contendo todos os estágios de desenvolvimento *T. evansi* ou *T. urticae*. O papel filtro foi diariamente umedecido com água destilada. Os predadores foram transferidos para novas unidades experimentais a

cada três dias. A extremidade superior de cada unidade foi fechada com um filme de PVC (Magipack®). Para cada espécie de presa, foi avaliado o desenvolvimento, a sobrevivência dos adultos e a fecundidade, em câmaras climatizadas a  $15\pm 0,8$ ;  $20\pm 0,8$ ;  $25\pm 0,8$  e  $30\pm 0,8$ °C e 12 h de fotofase. A umidade relativa não foi controlada; variando nas câmaras climatizadas entre  $76\pm 9\%$  e  $85\pm 8\%$ .

Durante a fase imatura, as unidades experimentais foram observadas a cada 8 h, para determinar a duração de cada estágio e os respectivos níveis de sobrevivência. Com estes dados, a exigência térmica de cada estágio de desenvolvimento e de toda a fase imatura foi determinada através do método do coeficiente de variação (ARNOLD, 1959). Após a emergência dos adultos, os ácaros foram sexados e grupados em casais, utilizando-se para tanto machos obtidos no estudo ou provenientes da criação de manutenção. Machos mortos quando as fêmeas ainda estavam vivas, foram substituídos por outros das colônias. Nesta fase do estudo, as avaliações foram feitas a cada 24 h, para determinação dos parâmetros reprodutivos e longevidade. A determinação da razão sexual foi feita com base em adultos provenientes dos ovos postos no terceiro e quarto dia de oviposição das fêmeas estudadas. Com os dados obtidos, foram calculados os parâmetros da tabela de vida (BIRCH, 1948; SOUTHWOOD, 1978) do predador pelo método proposto por Maia; Luiz e Campanhola (2000). Em cada temperatura, as médias de cada parâmetro em ambas as presas foram comparadas usando o teste-t de Student ( $p \leq 0,05$ ). Equações de regressão foram calculadas para relacionar a variação de cada parâmetro avaliado com a variação na temperatura.

## **2.2.2 Resultado e Discussão**

### **2.2.2.1 Desenvolvimento, sobrevivência e exigências térmicas**

Nas duas espécies de presas, a duração de cada estágio imaturo e de toda a fase imatura diminuíram, progressivamente com o aumento da temperatura (Tabela 2.1). Nestes casos, uma curva de resposta quadrática ajustou-se bem aos dados observados

Tabela 2.1 - Duração (dias  $\pm$  EP) dos estágios imaturos, sobrevivência, equação relacionando cada parâmetro com a temperatura, temperatura base de desenvolvimento (Tb) e constante térmica (K) para *Phytoseiulus fragariae* alimentado com as presas *Tetranychus evansi* e *Tetranychus urticae* em diferentes temperaturas

| Parâmetro         | Presas            | Temperatura (°C) (1)    |                        |                        |                        |         | Exigência térmica |                                       | Equação de regressão (2) |  | R <sup>2</sup> (%) |
|-------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|-------------------|---------------------------------------|--------------------------|--|--------------------|
|                   |                   | 15                      | 20                     | 25                     | 30                     | Tb (°C) | K (GD)            | $\hat{y}$ (dias)                      |                          |  |                    |
| Ovo               | ----              | 5,7 $\pm$ 0,1<br>[47]   | 3,0 $\pm$ 0,0<br>[50]  | 2,2 $\pm$ 0,1<br>[50]  | 1,9 $\pm$ 0,1<br>[40]  | 7,9     | 39,1              | 20,090 - 1,324T + 0,024T <sup>2</sup> | 91,0                     |  |                    |
| Larva             | <i>T. evansi</i>  | 1,9 $\pm$ 0,0a<br>[47]  | 1,0 $\pm$ 0,0a<br>[50] | 0,7 $\pm$ 0,0a<br>[48] | 0,7 $\pm$ 0,0a<br>[38] | 7,2     | 14,0              | 7,105 - 0,483T + 0,009T <sup>2</sup>  | 88,7                     |  |                    |
|                   | <i>T. urticae</i> | 1,9 $\pm$ 0,1a<br>[48]  | 1,0 $\pm$ 0,0a<br>[48] | 0,7 $\pm$ 0,0a<br>[49] | 0,7 $\pm$ 0,0a<br>[49] | 7,2     | 14,0              | 7,105 - 0,483T + 0,009T <sup>2</sup>  | 88,7                     |  |                    |
| Protoninfa        | <i>T. evansi</i>  | 4,2 $\pm$ 0,1a<br>[45]  | 2,2 $\pm$ 0,1a<br>[46] | 1,1 $\pm$ 0,0a<br>[46] | 1,1 $\pm$ 0,1a<br>[36] | 10,3    | 19,7              | 16,330 - 1,108T + 0,020T <sup>2</sup> | 91,9                     |  |                    |
|                   | <i>T. urticae</i> | 3,4 $\pm$ 0,1b<br>[47]  | 1,6 $\pm$ 0,1b<br>[48] | 1,0 $\pm$ 0,0a<br>[49] | 0,8 $\pm$ 0,0b<br>[49] | 10,6    | 14,9              | 13,080 - 0,888T + 0,016T <sup>2</sup> | 91,7                     |  |                    |
| Deutoninfa        | <i>T. evansi</i>  | 4,1 $\pm$ 0,2a<br>[40]  | 2,8 $\pm$ 0,2a<br>[37] | 1,8 $\pm$ 0,1a<br>[43] | 1,4 $\pm$ 0,1a<br>[36] | 7,3     | 32,7              | 10,895 - 0,587T + 0,009T <sup>2</sup> | 97,6                     |  |                    |
|                   | <i>T. urticae</i> | 3,2 $\pm$ 0,1b<br>[46]  | 1,9 $\pm$ 0,0b<br>[48] | 1,4 $\pm$ 0,0b<br>[49] | 1,0 $\pm$ 0,0b<br>[49] | 7,8     | 23,1              | 9,345 - 0,547T + 0,009T <sup>2</sup>  | 95,8                     |  |                    |
| Fase imatura      | <i>T. evansi</i>  | 15,9 $\pm$ 0,2a<br>[40] | 9,0 $\pm$ 0,2a<br>[37] | 5,8 $\pm$ 0,1a<br>[43] | 5,1 $\pm$ 0,1a<br>[36] | 8,4     | 103,9             | 54,420 - 3,502T + 0,062T <sup>2</sup> | 93,1                     |  |                    |
|                   | <i>T. urticae</i> | 14,2 $\pm$ 0,2b<br>[46] | 7,5 $\pm$ 0,1b<br>[48] | 5,5 $\pm$ 0,1b<br>[49] | 4,6 $\pm$ 0,1b<br>[49] | 8,1     | 95,2              | 49,360 - 3,226T + 0,058T <sup>2</sup> | 91,6                     |  |                    |
| Sobrevivência (%) | <i>T. evansi</i>  | 79,7                    | 74,2                   | 86,3                   | 72,5                   | --      | --                | 71,475 + 1,875T - 0,033T <sup>2</sup> | 26,6                     |  |                    |
|                   | <i>T. urticae</i> | 92,2                    | 95,7                   | 97,8                   | 98,0                   | --      | --                | 43,025 + 3,545T - 0,083T <sup>2</sup> | 98,2                     |  |                    |

(1) Para cada estágio de desenvolvimento e a cada temperatura, durações seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (teste t, p < 5%). Números entre colchetes = n.

(2) T = temperatura em °C.

( $R^2 \geq 88,7\%$ ). A duração do desenvolvimento imaturo de *P. fragariae* a 25°C foi similar aos resultados obtidos por Takahashi e Chant (1992) e Fraga (1996) que relataram uma duração para o desenvolvimento de ovo a adulto de 5,0 dias a 27°C e 4,4 dias a 26°C, respectivamente.

Não foram observadas diferenças significativas entre a duração do estágio de larva nas diferentes presas em cada temperatura. Isto já era esperado, uma vez que as larvas desta espécie provavelmente não se alimentam, como foi observado por Chittenden e Saito (2001), para *P. persimilis*. Nos estágios imaturos subseqüentes, que necessitam de alimento para se desenvolver, diferença significativa só não foi observada para o estágio de protoninfa, a 25°C. Nas outras comparações, o desenvolvimento de *P. fragariae* foi sempre mais rápido quando o alimento foi *T. urticae*. Conseqüentemente, a duração da fase imatura foi sempre menor quando a presa foi *T. urticae*, em todas as temperaturas. Escudero e Ferragut (2005) também observaram curtas durações para a fase imatura de *P. persimilis* alimentado com *T. urticae* em relação a *T. evansi*. Entretanto, Furtado (2006) não encontrou um efeito significativo destas espécies de presas na duração das fases imaturas de *P. longipes*.

Um padrão bastante irregular foi observado para a variação da taxa de sobrevivência nas diferentes temperaturas quando a presa foi *T. evansi*. Embora uma equação quadrática tenha descrito significativamente a relação entre estes parâmetros, explicam muito pouco da variação total ( $R^2 = 26,6\%$ ). Porém, quando a presa foi *T. urticae*, a taxa de sobrevivência aumentou progressivamente com o incremento da temperatura, e uma curva com resposta quadrática ajustou-se bem aos dados observados ( $R^2 = 98,2\%$ ). Em todas as temperaturas a sobrevivência foi menor em *T. evansi* que em *T. urticae*. Resultados similares foram obtidos por Escudero e Ferragut (2005) para *P. persimilis* e *Neoseiulus californicus* (McGregor), mais não para Furtado (2006), que observou uma maior sobrevivência de *P. longipes* em *T. evansi* que em *T. urticae*.

A temperatura base ( $T_b$ ) de desenvolvimento mais elevada exigida por *P. fragariae* referiu-se ao estágio de protoninfa, correspondendo a 10,3 e 10,6°C, quando alimentado com *T. evansi* e *T. urticae*, respectivamente (Tabela 2.1). Para toda a fase

imatura (ovo-adulto), a Tb de *P. fragariae* foi de 8,4 e 8,1°C, quando alimentado com *T. evansi* e *T. urticae*, respectivamente. Os valores da Tb para o total da fase imatura foram menores que os relatados por Badii e McMurtry (1984) para *P. longipes* (10,8°C) e Silva et al. (2005) para *P. macropilis* (12,7°C).

A maior duração no desenvolvimento de *P. fragariae* quando alimentado com *T. evansi* resultou em um requerimento levemente maior de graus-dias para completar o estágio imaturo (103,9 GD) em relação ao requerido quando alimentado com *T. urticae* (95,2 GD). Em ambas as presas as constantes térmicas foram consideravelmente mais elevadas que as observadas por Badii e McMurtry (1984) para *P. longipes* (75,9 GD), e por Silva et al. (2005) para *P. macropilis* (66,0 GD).

#### 2.2.2.2 Reprodução

Semelhantemente ao que foi observado para o desenvolvimento imaturo, nas duas presas, a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição bem como a longevidade das fêmeas diminuíram progressivamente com o aumento da temperatura (Tabela 2.2). Com uma exceção, a relação entre a duração destes parâmetros e a temperatura foi linear ( $R^2 \geq 95,2\%$ ); a relação do período de pré-oviposição, em *T. evansi*, com as temperaturas correspondeu a uma função quadrática ( $R^2 = 98,4\%$ ). Em relação a longevidade dos machos, as curvas com respostas significativas foram quadráticas em *T. evansi* e linear em *T. urticae* ( $R^2 = 91,1$  e  $88,9\%$ , respectivamente).

Em ambas as presas, taxas de fecundidade ligeiramente menores foram progressivamente observadas com o incremento da temperatura. Em ambos os casos, a relação entre cada parâmetro e a temperatura foi linear ( $R^2$  aproximadamente  $98\%$ ). Por razões desconhecidas, a variação na razão sexual foi totalmente diferente entre as duas espécies de presas ao longo das temperaturas consideradas neste estudo. Em *T. evansi*, a razão sexual aumento entre 15 e 20°C e decresceu entre 25 e 30°C ( $R^2 = 87,0\%$  para uma resposta quadrática).

Tabela 2.2 - Duração (dias  $\pm$  SE) dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição e fecundidade (ovos/fêmea  $\pm$  SE) de *Phytoseiulus fragariae* alimentado com as presas *Tetranychus evansi* e *Tetranychus urticae* em diferentes temperaturas

| Parâmetro             | Presas            | Temperatura (°C) (1) |                      |                      |                      | Equação de regressão (2)                |      | R <sup>2</sup> (%) |
|-----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|------|--------------------|
|                       |                   | 15                   | 20                   | 25                   | 30                   | $\hat{y}$ (dias)                        |      |                    |
| Pré-oviposição        | <i>T. evansi</i>  | 4,9 $\pm$ 0,4a [33]  | 3,8 $\pm$ 0,5a [31]  | 3,5 $\pm$ 0,3a [32]  | 2,0 $\pm$ 0,3a [36]  | 7,600 - 0,180T                          | 97,2 |                    |
|                       | <i>T. urticae</i> | 4,1 $\pm$ 0,3a [36]  | 2,2 $\pm$ 0,3b [36]  | 1,8 $\pm$ 0,2b [35]  | 1,0 $\pm$ 0,2b [42]  | 6,640 - 0,194T                          | 95,2 |                    |
| Oviposição            | <i>T. evansi</i>  | 16,8 $\pm$ 2,0b [32] | 15,1 $\pm$ 2,2b [30] | 11,6 $\pm$ 1,1b [30] | 7,4 $\pm$ 0,5b [36]  | 15,115 + 0,491T - 0,025T <sup>2</sup>   | 98,4 |                    |
|                       | <i>T. urticae</i> | 29,6 $\pm$ 0,9a [36] | 25,8 $\pm$ 1,8a [34] | 17,1 $\pm$ 2,3a [32] | 11,9 $\pm$ 0,7a [42] | 48,910 - 1,236T                         | 99,0 |                    |
| Pós-oviposição        | <i>T. evansi</i>  | 10,9 $\pm$ 1,2a [26] | 9,3 $\pm$ 1,3a [24]  | 4,1 $\pm$ 0,7a [21]  | 3,8 $\pm$ 0,6a [33]  | 18,950 - 0,530T                         | 94,7 |                    |
|                       | <i>T. urticae</i> | 9,6 $\pm$ 0,5a [34]  | 8,0 $\pm$ 1,4a [34]  | 4,2 $\pm$ 0,9a [29]  | 2,1 $\pm$ 0,6b [37]  | 17,810 - 0,526T                         | 98,8 |                    |
| Longevidade de fêmeas | <i>T. evansi</i>  | 29,3 $\pm$ 2,1b [33] | 25,9 $\pm$ 2,8b [31] | 16,7 $\pm$ 0,9b [32] | 11,9 $\pm$ 0,6b [36] | 48,580 - 1,228T                         | 98,5 |                    |
|                       | <i>T. urticae</i> | 44,7 $\pm$ 0,6a [36] | 36,7 $\pm$ 2,8a [36] | 23,3 $\pm$ 2,2a [35] | 14,2 $\pm$ 0,8a [42] | 76,930 - 2,098T                         | 99,6 |                    |
| Longevidade do macho  | <i>T. evansi</i>  | 31,3 $\pm$ 1,9b [19] | 29,0 $\pm$ 6,8b [7]  | 22,8 $\pm$ 4,1a [6]  | 13,3 $\pm$ 2,5a [4]  | 25,690 + 2,666T - 0,106T <sup>2</sup>   | 91,1 |                    |
|                       | <i>T. urticae</i> | 39,4 $\pm$ 2,2a [8]  | 43,9 $\pm$ 8,4a [10] | 18,8 $\pm$ 5,4b [7]  | 12,7 $\pm$ 0,9a [4]  | 76,040 - 2,104T                         | 88,9 |                    |
| Fecundidade total     | <i>T. evansi</i>  | 10,6 $\pm$ 1,6b [32] | 9,6 $\pm$ 2,1b [30]  | 9,3 $\pm$ 1,4b [30]  | 8,1 $\pm$ 1,0b [36]  | 12,910 - 0,156T                         | 97,8 |                    |
|                       | <i>T. urticae</i> | 47,6 $\pm$ 3,1a [36] | 38,8 $\pm$ 1,6a [34] | 35,9 $\pm$ 1,9a [32] | 29,8 $\pm$ 2,1a [42] | 63,360 - 1,126T                         | 98,2 |                    |
| Razão sexual (%)      | <i>T. evansi</i>  | 57,5                 | 75,9                 | 86,3                 | 82,9                 | -66,870 + 11,542T - 0,218T <sup>2</sup> | 87,0 |                    |
|                       | <i>T. urticae</i> | 83,0                 | 78,3                 | 81,4                 | 91,3                 | 140,250 - 6,010T + 0,146T <sup>2</sup>  | 72,5 |                    |

(1) Para cada fase e a cada temperatura, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (teste t,  $p < 5\%$ ). Números entre colchetes = n.

(2) T = temperatura em °C.

O período de pré-oviposição foi significativamente menor em *T. evansi*, exceto a 15°C. Quando alimentado com esta presa, o período de oviposição, a fecundidade total e a longevidade de fêmeas foram sempre menores. Isso sugere que *T. urticae* seja uma presa mais favorável para *P. fragariae*. A fecundidade total determinada no presente estudo em *T. urticae* é ligeiramente mais baixa que a observada por Takahashi e Chant (1994), mais muito mais baixa que a observada por Fraga (1996) em temperaturas comparáveis.

O período de pré-oviposição foi significativamente mais longo para predadores alimentados com *T. evansi*, a 30°C. Com relação aos machos, um padrão irregular foi observado na comparação da longevidade, provavelmente por conta do baixo número de espécimes observados a cada temperatura em ambas as presas.

Moraes e McMurtry (1987) e Escudero e Ferragut (2005) também constataram que os parâmetros reprodutivos de *P. persimilis* são menos favoráveis quando este foi alimentado com *T. evansi* em relação a *T. urticae*. O contrário foi constatado por Furtado (2006) para *P. longipes* alimentado com estas duas presas; neste caso, embora o período de oviposição tivesse sido semelhante, a maior média de fecundidade do predador ocorreu quando este foi alimentado com *T. evansi*.

Nas duas presas, a razão sexual do predador *P. fragariae* foi próxima a 75% na maioria das temperaturas, exceto desta a 15°C, quando alimentado com *T. evansi* (57,5%). Fraga (1996) e Takahashi e Chant (1994) registraram razão sexual de aproximadamente 80% para este predador. Escudero e Ferragut (2005) relataram razão sexual próxima de 50% para *P. persimilis* e *N. californicus* alimentados com *T. evansi* e 73% quando alimentados com *T. urticae*. Diferentemente, Furtado (2006) não encontrou diferenças na razão sexual de *P. longipes* alimentado com aquelas presas, sendo esta sempre próxima a 90%.

### **2.2.2.3 Tabela de vida de fertilidade**

Concordando com o que foi relatado anteriormente neste trabalho para a duração dos estágios imaturos e da fase adulta, a duração média de cada geração ( $T$ ) calculada

foi progressivamente mais curta com o aumento da temperatura em cada presa, os dados observados ajustam-se bem a uma curva de resposta quadrática ( $R^2 = 95,4\%$  em *T. evansi* e  $97,3\%$  em *T. urticae*) (Tabela 2.3). Nas duas temperaturas mais baixas, o valor de  $T$  foi significativamente menor em *T. evansi*, porém nenhuma diferença foi observada a 25 e 30°C. O valor da taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), taxa intrínseca de aumento populacional ( $r_m$ ) e razão finita de aumento populacional ( $\lambda$ ) geralmente aumentaram com o aumento da temperatura, exceto para  $R_0$  em *T. evansi*, que aumentou até 25°C mais reduziu a 30°C ( $R^2 = 77,6 - 81,7\%$  para  $R_0$  e mais alto que 97% para os outros dois parâmetros). Os valores positivos destes parâmetros indicam que a população de *P. fragariae* está aumentando em ambas as presas. Porém, os valores foram significativamente maiores em *T. urticae*, indicando que a população está aumentando mais rápido nesta presa. A taxa líquida de reprodução a 25°C neste estudo foi aproximadamente a metade da relatada por Fraga (1996), mais foi comparável à determinada por Takahashi e Chant (1994). Em *T. evansi* a 25°C, a taxa líquida de reprodução foi maior que as observadas para *P. persimilis* (Escudero e Ferragut, 2005), e menor que as observadas para *P. longipes* (Furtado, 2006).

### 2.3 Conclusão

Embora este estudo mostre um desempenho melhor de *P. fragariae* como predador de *T. evansi* que as espécies estudadas por Moraes e McMurtry (1985) e Escudero e Ferragut (2005), os resultados obtidos sugerem que *P. fragariae* não é um predador eficiente de *T. evansi*. Os resultados de Furtado (2006) são muito mais promissores, mostrando um desempenho muito melhor de *P. longipes* nesta mesma presa. Porém, os resultados sugerem que *P. fragariae* é um promissor agente de controle de *T. urticae*.

Tabela 2.3 - Parâmetros da tabela de vida de *Phytoseiulus fragariae* alimentado com as presas *Tetranychus evansi* e *Tetranychus urticae* em diferentes temperaturas

| Parâmetro      | Presas            | Temperatura (°C) (1) |        |        |        | Equação de regressão (2)                |      | R <sup>2</sup> (%) |
|----------------|-------------------|----------------------|--------|--------|--------|---|------|--------------------|
|                |                   | 15                   | 20     | 25     | 30     | $\hat{y}$ (dias)                        |      |                    |
| T              | <i>T. evansi</i>  | 35,5b                | 22,2b  | 16,9a  | 13,3a  | 100,405 - 5,803T + 0,097T <sup>2</sup>  | 95,4 |                    |
|                | <i>T. urticae</i> | 40,6a                | 28,1a  | 15,6a  | 12,5a  | 112,410 - 6,166T + 0,094T <sup>2</sup>  | 97,3 |                    |
| R <sub>0</sub> | <i>T. evansi</i>  | 5,2b                 | 5,7b   | 8,5b   | 7,0b   | - 6,590 + 1,064T - 0,020T <sup>2</sup>  | 81,7 |                    |
|                | <i>T. urticae</i> | 24,5a                | 39,7a  | 29,7a  | 34,1a  | - 27,760 + 5,236T - 0,108T <sup>2</sup> | 77,6 |                    |
| r <sub>m</sub> | <i>T. evansi</i>  | 0,048b               | 0,088b | 0,141b | 0,154b | - 0,059 + 0,007T                        | 97,7 |                    |
|                | <i>T. urticae</i> | 0,085a               | 0,161a | 0,273a | 0,337a | - 0,177 + 0,017T                        | 99,5 |                    |
| λ              | <i>T. evansi</i>  | 1,047b               | 1,081b | 1,135b | 1,158b | 0,931 + 0,008T                          | 99,0 |                    |
|                | <i>T. urticae</i> | 1,082a               | 1,140a | 1,242a | 1,326a | 0,822 + 0,017T                          | 99,5 |                    |

(1) Para cada fase e a cada temperatura, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (teste t, p < 5%).

(2) T = temperatura em °C.

## Referências

- AMANO, H.; CHANT, D.A. Life history and reproduction of two species of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 55, p. 1978-1983, 1977.
- ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Virginia, v. 74, p. 430-445, 1959.
- BADII M.H.; McMURTRY, J.A. Life history of and life table parameters for *Phytoseiulus longipes* with comparative studies on *P. persimilis* and *Typhlodromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). **Acarologia**, Paris, v. 25, p. 111-123, 1984.
- BIRCH, L.C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 17, p. 97-113, 1948.
- BOLLAND, H.R.; GUTIERREZ, J.; FLECHTMANN, C.H.W. **World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)**. Leiden: Brill Academic Publishers, 1998. 392 p.
- BONATO, O. The effect of temperature on life history parameters of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 23, p. 11-19, 1999.
- CHITTENDEN, A.R.; SAITO, Y. Why are there feeding and nonfeeding larvae in phytoseiid mites (Acari, Phytoseiidae)? **Journal of Ethology**, Tokyo, v. 19, p. 55-62, 2001.
- DENMARK, H.A.; SCHICHA, E. Revision of the genus *Phytoseiulus* Evans (Acarina: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 9, p. 27-35, 1983.
- DRUKKER, B.; JANSSEN, A.; RAUENBERG, W.; SABELIS, M.W. Improved control capacity of the mite predator *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on tomato. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 21, p. 507-518, 1997.

DUVERNEY, C.; KADE, N.; NGUEYE-NDIAYE, A. Essais preliminaires pour limiter les degats de Tetranychidae sur les cultures maraicheres dans le Sine-Saloum (Senegal). In: COMPTES RENDUS DE DEUXIÈME COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES ACARIENS DES CULTURES DE L'AFPP, 80., 2005, Montpellier (France). **Annales...** Agro-Montpellier: AGRO-MONTPPELLIER, 2005. p. 24-25.

ESCUADERO, L.A.; FERRAGUT, F. Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, Orlando, v. 32, p. 378-384, 2005.

FERRAGUT, F.; ESCUDERO, L.A. *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari, Tetranychidae), una nueva araña roja en los cultivos hortícolas españoles. **Boletín de Sanidad Vegetal**. Serie Plagas, Madrid, v. 25, p. 157-164, 1999.

FERREIRA, M.A.; CARMONA, M.M. Acarofauna do tomateiro em Portugal. In: ALONSO-ZARAZAGA, M.A.; SART, A.C.; SAURA, E.G.-B., SANZ, P. G.; MOYA, I.I.; MUNGUIRA, M.L.; LUCIÁÑEZ-SÁNCHEZ, M.J.; MORAL, V.L.; ALBADEJO, C.M.; CANO, J.M.; MATEO, M.P.M.; PIERA, F.M.; PÉREZ, E.M.; ALDREY, J.L.N.; CASTILLO, C.R.; BENITO, M.J.S.; BENITO, J.C.S.; MONTESINOS, J.L.V. (Ed) **Avances en Entomología Ibérica**. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales y Universidad Autónoma de Madrid, 1995. p. 385-392.

FRAGA, A.I.A. **Biologia de *Phytoseiulus fragariae* Denmark & Schicha, 1983 (Acari: Phytoseiidae) em morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 1996. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1996.

FURTADO, I.P. **Sélection d'ennemis naturels pour la lutte biologique contre *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae), en Afrique**. 2006. 161 p. These (Doctorale en Biologie de l'Evolution et Ecologie) – Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier (France), Université de Montpellier II, Montpellier, 2006.

HO, C.C.; WANG, S.C.; CHIEN, Y.L. Field observation on 2 newly recorded spider mites in Taiwan. **Plant Protection Bulletin**, Taiwan, v. 47, p. 391-402, 2004.

JEPPSON, L.R.; KEIFER, H.H.; BAKER, E.W. **Mites injurious to economic plants**. Berkeley: Univ. California Press, 1975. 614 p.

KNAPP, M.; WAGENER, B.; NAVAJAS, M. Molecular discrimination between the spider mite *Tetranychus evansi* Baker & Prichard, an important pest of tomatoes in southern Africa, and the closely related species *T. urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). **African Entomology**, Pretoria, v. 11, p. 300-304, 2003.

KOSTIAINEN, T.; HOY, M.A. **The Phytoseiidae as biological control agents of pest mites and insects**: a bibliography. Gainesville: University of Florida, 1996. 355 p.

KREITER, S.; AUGER, P.; LEBDI GRISSA, K.; TIXIER, M.-S.; CHERMITI, B.; DALI, M. Plant inhabiting mites (Acari: Prostigmata & Mesostigmata) of some northern Tunisian crop. **Acarologia**, Paris, v. 42, p. 389-402, 2002.

LAING, J.E. Life history and life table of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. **Acarologia**, Paris, v. 10, p. 578-588, 1968.

MAIA, A.H.N.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, p. 511-518, 2000.

McMURTRY, J.A.; SCRIVEN, G.T. Insectary production of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 58, p. 282-285, 1965.

MEYER, M.K.P.S. **Mite pests and their predators on cultivated plants in Southern Africa**: vegetables and berries. Pretoria: ACR-Plant Protection Research Institute, 1996. 90 p.

MIGEON, A. Un nouvel acarien ravageur en France: *Tetranychus evansi* Baker et Pritchard. **Phytoma**, Paris, v. 579, p. 38-42, 2005.

MORAES, G.J.; LIMA, H.C. Biology of *Euseius concordis* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) a predator of the tomato russet mite. **Acarologia**, Paris, v. 24, p. 251-255, 1983.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Comparison of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) as prey for eight species of phytoseiid mites. **Entomophaga**, Paris, v. 30, p. 393-397, 1985.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Suitability of the spider mite *Tetranychus evansi* as prey for *Phytoseiulus persimilis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 40, p. 109-115, 1986.

SILVA, F.R.; VASCONCELOS, G.J.N.; GONDIM JR., M.G.C.; OLIVEIRA, J.V. Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, p. 291-296, 2005.

SMITH, L.M.; SUMMERS, F.M. The structure and biology of the red spider predator, "*Hypoaspis*" *macropilis* (Banks) (Acarina, Laelaptidae). **Proceedings of The Entomological Society of Washington**, Washington, v. 51, p. 209-218, 1949.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological Methods, with Particular Reference to the Study of Insect Populations**. London: Chapman and Hall, 1978. 524 p.

TAKAHASHI, F.; CHANT, D.A. Adaptive strategies in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). I. Developmental times. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 18, p. 171-176, 1992.

TAKAHASHI, F.; CHANT, D.A. Phylogenetic relationships in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). I. Geographic distribution. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 19, p. 15-22, 1993.

TAKAHASHI, F.; CHANT, D.A. Adaptive strategies in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). II. Survivorship and Reproduction. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 20, p. 87-97, 1994.

### 3 BIOLOGIA DO ÁCARO PREDADOR *Neoseiulus californicus* ALIMENTADO COM *Tetranychus evansi* E *Tetranychus urticae* (ACARI: PHYTOSEIIDAE, TETRANYCHIDAE) EM QUATRO TEMPERATURAS

#### Resumo

O ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) é um dos principais agentes de controle biológico de tetraniquídeos em vários continentes, promovendo um eficiente controle destes ácaros em várias culturas. O objetivo deste trabalho foi estudar a biologia de uma população de *N. californicus* coletada no Sudeste do Brasil oferecendo a esta *T. evansi* e *T. urticae* como presa. O estudo foi conduzido em câmaras climatizadas a 15, 20, 25 e 30°C, 73-82% de umidade relativa e 12 h de fotofase. A duração dos diferentes estágios imaturos e das diferentes fases do estágio adulto geralmente diminuiu com o aumento da temperatura. O desenvolvimento das fases imaturas foi lento na presa *T. evansi*. A fecundidade foi relativamente alta em *T. urticae*, mais muito baixa em *T. evansi*. Uma maior capacidade de incremento na população foi observada quando a presa foi *T. urticae* em relação a *T. evansi*. Embora a população de *N. californicus* estudada tenha sido coletada em *Solanum americanum* Mill. infestada com *T. evansi*, os resultados obtidos não sugerem que este predador tem um bom potencial como agente de controle biológico deste ácaro; ao contrário, sugere que *N. californicus* é um bom predador de *T. urticae* em *S. americanum*.

Palavra-chave: Tetraniquídeo; Controle biológico; Tabela de vida; Exigências térmicas; Solanaceae

#### Abstract

The predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) it is one of the main biological control agents of spider mites in several countries, providing good control of those mites on different crops. The objective of this work was to study the biology of a population of *N. californicus* collected in southern Brazil when offered *T. evansi* and *T. urticae* as prey. The study was conducted in a climatic chambers at 15, 20, 25 and 30 °C, 73-82% relative humidity and 12:12 h light:dark. Duration of the different immature stages and of different phases of the adult stage generally decreased with increasing temperatures. Immature development was slower when prey was *T. evansi*. Fecundity was relatively high on *T. urticae*, but very low on *T. evansi*. Much higher population increasing capacity was observed on *T. urticae* than on *T. evansi*. Although the studied population of *N. californicus* was found on *Solanum americanum* Mill. infested by *T. evansi*, the results obtained did not suggest that it has a good potential as a control agent of that mite; contrarily, it suggested that *N. californicus* can be a good predator of *T. urticae* on *S. americanum*.

Keywords: Spider mite; Biological control; Life table; Thermal requirements; Solanaceae

### 3.1 Introdução

O ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) é um dos agentes de controle biológico de tetraniquídeos mais utilizado em vários continentes, proporcionando um bom controle destes ácaros em diferentes culturas, com notável eficiência contra *Tetranychus urticae* Koch em casas-de-vegetação (GERSON; SMILEY; OCHOUA, 2003). Este predador aparenta ser mais tolerante a pesticidas que outros predadores comumente usados no controle de tetraniquídeos em casas-de-vegetação (CROFT; BRIOZZO; CARBONELL, 1976; McMURTRY; CROFT, 1997). *N. californicus* ocorre em áreas úmidas e áridas de regiões semitropicais e temperadas da América do Sul e também em áreas áridas do sul da Califórnia e Europa (McMURTRY; CROFT, 1997).

Recentemente, *N. californicus* este predador foi encontrado associado a *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard (Tetranychidae) sobre *Solanum americanum* Mill. no sul do Brasil (FURTADO, 2006). Este tetraniquídeo é uma importante praga em Solanaceae (JEPPSON; KEIFER; BAKER, 1975). As consideráveis perdas ocasionadas por este ácaro ao tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado na África, e sua recente introdução na Europa, intensificaram um interesse crescente na procura para inimigos naturais efetivos para o controle desta praga. Porém, trabalhos conduzidos por diferentes autores demonstram que *T. evansi* é uma presa bastante desfavorável para a maioria dos predadores que foram avaliados até o momento, incluído *N. californicus* (MORAES; LIMA, 1983; MORAES; McMURTRY, 1985, 1986; ESCUDERO; FERRAGUT, 2005).

O objetivo deste trabalho foi estudar a biologia de uma população de *N. californicus* coletada por FURTADO (2006), utilizado *T. evansi* e *T. urticae* como alimento. Esta última também é uma importante praga de tomate em várias regiões do mundo (JEPPSON; KEIFER; BAKER, 1975) sendo muito difícil, seu controle por ácaros predadores nesta cultura (DRUKKER et al., 1997).

### 3.2 Desenvolvimento

### 3.2.1 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, onde foram depositados exemplares representantes dos ácaros estudados.

*T. evansi* e *T. urticae* foram obtidos de colônias que vinham sendo mantidas no Laboratório de Acarologia da ESALQ por vários anos antes do começo do estudo, sobre plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. e *Canavalia ensiformis* (L.) DC., respectivamente. *N. californicus* foi obtido de uma colônia iniciada com espécimes coletadas em Uruguaiana aproximadamente 15 meses antes do início do estudo. A colônia do predador foi mantida usando uma adaptação do método de McMurtry e Scriven (1965) a  $25,5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ,  $88\pm 7\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 h, e alimentadas com *T. urticae* em folhas de *C. ensiformis*.

Em cada presa, o estudo foi conduzido a  $15\pm 0,8$ ;  $20\pm 0,8$ ;  $25\pm 0,8$  e  $30\pm 0,8^{\circ}\text{C}$  e 12 h de fotofase. A umidade relativa não foi controlada, e variou nas câmaras climatizadas entre  $73\pm 6\%$  e  $82\pm 10\%$ . O estudo foi iniciado com ovos recém ovipositados por *N. californicus*. Para a obtenção destes, lotes de aproximadamente 100 fêmeas adultas de *N. californicus*, oriundas das colônias, foram transferidas para um folíolo de *C. ensiformis* infestado por *T. urticae*. Quatro horas mais tarde, os ovos postos pelos predadores foram transferidos para unidades experimentais, colocando-se um ovo por unidade. Este processo foi repetido até que fossem obtidos 50 ovos do predador para cada tratamento. A unidade experimental foi constituída por uma caixa de acrílico (2,6 cm de diâmetro e 1,0 cm de altura); o fundo de cada caixa foi forrado com um disco de papel filtro, sobre o qual foi colocado um disco de folha de *S. americanum* contendo todos os estágios de desenvolvimento *T. evansi* ou *T. urticae*. O papel de filtro foi diariamente umedecido com água destilada. Os predadores foram transferidos para novas unidades experimentais a cada três dias. A extremidade superior de cada unidade foi fechada com filme de PVC (Magipack<sup>®</sup>). Durante a fase imatura, as unidades experimentais foram observadas a cada 8 h, para determinar a duração de cada estágio e os respectivos níveis de sobrevivência. Com estes dados, a exigência

térmica de cada estágio de desenvolvimento e de toda a fase imatura foi determinada através do método do coeficiente de variação (ARNOLD, 1959).

Após a emergência dos adultos, cada predador foi transferido para uma nova unidade experimental, que consistia de uma folha (com aproximadamente 15 cm<sup>2</sup>) de *S. americanum* colocada, com a superfície superior para baixo, sobre a superfície de uma esponja de polietileno mantida constantemente umedecida pela adição diária de água destilada. A margem da folha foi coberta por uma faixa de algodão para reduzir a desidratação da folha e impedir a fuga dos ácaros. Os predadores foram alimentados pondo-se sobre cada uma das unidades uma folha ligeiramente menor (com a superfície inferior voltada para baixo) infestada com todas as fases de desenvolvimento da presa a ser oferecida. O uso de uma unidade experimental diferente para o estágio adulto foi necessário para reduzir a perda de predadores, pelo fato de que nesta fase estes permaneciam freqüentemente no filme plástico usado para fechar a unidade experimental utilizada para avaliar as fases imaturas. Machos obtidos no estudo ou provenientes da criação de manutenção foram introduzidos em cada arena contendo uma fêmea recém emergida. Machos mortos foram substituídos por outros das colônias. Nesta fase do estudo, as avaliações foram feitas a cada 24 h, para determinação dos parâmetros reprodutivos e longevidade. A determinação da razão sexual foi feita com base em adultos provenientes dos ovos postos no terceiro e quarto dia de oviposição das fêmeas estudadas.

Com os dados obtidos, foram calculados os parâmetros da tabela de vida (BIRCH, 1948; SOUTHWOOD, 1978) do predador pelo método proposto por Maia; Luiz e Campanhola (2000). Em cada temperatura, as médias de cada parâmetro em ambas as presas foram comparadas usando o teste-t de Student ( $p \leq 0,05$ ). Equações de regressão foram calculadas para relacionar a variação de cada parâmetro avaliado com a variação na temperatura.

### **3.2.2 Resultado e Discussão**

#### **3.2.2.1 Desenvolvimento, sobrevivência e exigências térmicas**

Nas duas presas, a duração de cada fase, bem como o total da fase imatura, diminuiu progressivamente com o aumento da temperatura (Tabela 3.1). Para as fases de ovo e larva a equação de resposta, relacionando estes parâmetros com a temperatura, que melhor se ajustou aos dados seguiu o modelo linear ( $p \leq 0,030$ ;  $R^2 \geq 91,3\%$ ). Para as demais fases, e o total da fase imatura, o modelo quadrático foi o que melhor relacionou as temperaturas com as respectivas durações ( $p \leq 0,026$ ;  $R^2 \geq 99,5\%$ ). A única exceção refere-se à duração do estágio de deutoninfa para o qual a correlação com a temperatura não foi significativa.

Não foi constatada diferença significativa na duração da fase de larva do predador a cada temperatura nas duas espécies de presas testadas. Isto já era esperado, pelo fato de que para larvas de outra população desta mesma espécie de predador não necessitam de alimento para completar esta fase (CHITTENDEN; SAITO, 2001). Nas demais fases e no total da fase imatura, a duração foi sempre maior quando a presa fornecida foi *T. evansi*.

Em *T. evansi*, a sobrevivência dos imaturos foi sempre relativamente baixa (no máximo 72%), mais mostrou uma correlação significativa e positiva com a temperatura ( $p = 0,017$ ;  $R^2 = 94,9\%$ ) (Tabela 3.1). Em *T. urticae*, a sobrevivência foi sempre alta (no  $p = 0,017$ ;  $R^2 = 94,9\%$ ) (Tabela 3.1). Em *T. urticae*, a sobrevivência foi sempre alta (no mínimo 94%) e mais ou menos estável nas diferentes temperaturas, não sendo significativa à correlação desta.

Entre as fases de desenvolvimento de *N. californicus*, a protoninfa foi a que apresentou a temperatura base mais elevada ( $T_b = 9,3^\circ\text{C}$  em *T. evansi* e  $9,4^\circ\text{C}$  em *T. urticae*) (Tabela 3.1). Para o total da fase imatura a  $T_b$  foi de  $8,0$  e  $8,5^\circ\text{C}$  em *T. evansi* e *T. urticae*, respectivamente. Estes valores da  $T_b$  são mais baixos que os relatados por Hart et al. (2002) e Gotoh; Yamaguchi e Mori (2004), para este mesmo predador alimentado com *T. urticae*. O desenvolvimento mais lento de *N. californicus* na presa *T. evansi*, em relação a *T. urticae*, resultou em uma maior exigência de graus-dias (GD) para completar a fase imatura. Quando a presa foi *T. urticae*, neste trabalho, a exigência térmica calculada foi ligeiramente menor que relatado por Hart et al. (2002), mais muito menor que os que foram observados por Gotoh; Yamaguchi e Mori (2004).

Tabela 3.1 - Duração (dias ± EP) dos estágios imaturos, sobrevivência, equação relacionando cada parâmetro com a temperatura, temperatura base de desenvolvimento (Tb) e constante térmica (K) para *Neoseiulus californicus* alimentado com as presas *Tetranychus evansi* e *Tetranychus urticae* em diferentes temperaturas

| Parâmetro         | Presas            | Temperatura (°C) (1) |                  |                  |                  |         | Exigência térmica |   | Equação de regressão (2) |  | R <sup>2</sup> (%) |
|-------------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|---------|-------------------|---|--------------------------|--|--------------------|
|                   |                   | 15                   | 20               | 25               | 30               | Tb (°C) | K (GD)            | ŷ (dias)                                  | ŷ                        |  |                    |
| Ovo               | ----              | 4,0±0,2a<br>[50]     | 3,1±0,1a<br>[50] | 1,8±0,1a<br>[48] | 1,2±0,1a<br>[50] | 8,0     | 30,6              | ŷ = 6,890 - 0,194T                        | 97,4                     |  |                    |
| Larva             | <i>T. evansi</i>  | 1,8±0,1a<br>[46]     | 1,2±0,0a<br>[49] | 0,8±0,1a<br>[45] | 0,6±0,1a<br>[49] | 7,4     | 14,1              | ŷ = 2,900 - 0,080T                        | 92,9                     |  |                    |
|                   | <i>T. urticae</i> | 1,6±0,1a<br>[50]     | 1,2±0,0a<br>[50] | 0,6±0,1a<br>[48] | 0,5±0,1a<br>[49] | 8,5     | 11,2              | ŷ = 2,730 - 0,078T                        | 91,3                     |  |                    |
| Protoninfa        | <i>T. evansi</i>  | 4,6±0,2a<br>[39]     | 2,6±0,1a<br>[41] | 1,6±0,1a<br>[38] | 1,3±0,1a<br>[44] | 9,3     | 26,5              | ŷ = 15,505 - 0,983T + 0,017T <sup>2</sup> | 99,8                     |  |                    |
|                   | <i>T. urticae</i> | 3,1±0,1b<br>[50]     | 1,6±0,1b<br>[49] | 1,0±0,1b<br>[48] | 0,9±0,1b<br>[49] | 9,4     | 17,1              | ŷ = 11,540 - 0,774T + 0,014T <sup>2</sup> | 99,2                     |  |                    |
| Deutoninfa        | <i>T. evansi</i>  | 5,9±0,1a<br>[28]     | 2,8±0,1a<br>[30] | 1,9±0,1a<br>[32] | 2,2±0,1a<br>[36] | 7,4     | 40,8              | ----                                      | --                       |  |                    |
|                   | <i>T. urticae</i> | 3,3±0,1b<br>[50]     | 1,8±0,1b<br>[48] | 1,0±0,1b<br>[47] | 1,1±0,0b<br>[48] | 8,5     | 20,6              | ŷ = 12,730 - 0,868T + 0,016T <sup>2</sup> | 99,8                     |  |                    |
| Fase imatura      | <i>T. evansi</i>  | 16,1±0,2a<br>[28]    | 9,8±0,1a<br>[30] | 6,2±0,1a<br>[32] | 5,3±0,1a<br>[36] | 8,0     | 113,1             | ŷ = 51,200 - 3,150T + 0,054T <sup>2</sup> | 99,9                     |  |                    |
|                   | <i>T. urticae</i> | 12,0±0,2b<br>[50]    | 7,7±0,1b<br>[48] | 4,4±0,0b<br>[47] | 3,8±0,1b<br>[48] | 8,5     | 80,2              | ŷ = 37,105 - 2,223T + 0,037T <sup>2</sup> | 99,0                     |  |                    |
| Sobrevivência (%) | <i>T. evansi</i>  | 56,0                 | 60,0             | 64,0             | 72,0             | --      | --                | ŷ = 39,600 + 1,040T                       | 94,9                     |  |                    |
|                   | <i>T. urticae</i> | 100,0                | 96,0             | 94,0             | 96,0             | --      | --                | ----                                      | --                       |  |                    |

(1) Para cada estágio de desenvolvimento e a cada temperatura, durações seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (teste t, p < 5%). Números entre colchetes = n.

(2) T = temperatura em °C.

Essas diferenças estão provavelmente relacionadas às variações nas características biológicas destas diferentes populações.

### 3.2.2.2 Reprodução

Nas duas presas, os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, bem como a longevidade de fêmea e macho foram geralmente significativamente e negativamente relacionados com temperatura ( $p \leq 0,025$ ;  $R^2 = 94,9$ ) (Tabela 3.2). A única exceção, refere-se ao período de pós-oviposição quando a presa foi *T. evansi*; neste caso, a correlação com a temperatura não foi significativa. A relação entre a temperatura e a duração dos parâmetros de pré-oviposição e oviposição, nas duas presas, e a longevidade de machos, quando a presa foi *T. evansi*, ajustaram-se ao modelo linear. Os demais ajustaram-se bem ao modelo quadrático correlacionando as temperaturas com as respectivas durações.

A fecundidade foi sempre menor em *T. evansi* tendo uma correlação linear negativa e significativa ( $p = 0,014$ ;  $R^2 = 97,2\%$ ) com a temperatura (Tabela 3.2). Ao contrário, a fecundidade em *T. urticae* foi sempre alta, tendo uma correlação quadrática significativa ( $p = 0,007$ ;  $R^2 = 99,9\%$ ) com a temperatura, sendo mais elevadas nas temperaturas intermediárias (20 e 25°C). A razão sexual (proporção de fêmeas) foi relativamente baixa em *T. evansi*, no entanto, em *T. urticae* foi comparável à que já havia sido determinada para esta espécie de fitoseídeo por outros autores (GOTOH; YAMAGUCHI; MORI, 2004). Nas duas presas, este parâmetro apresentou uma correlação quadrática significativa ( $p \leq 0,043$ ;  $R^2$  aproximadamente 94%) com a temperatura, sendo também mais elevada nas duas temperaturas intermediárias.

O período de pré-oviposição de *N. californicus* foi sempre significativamente maior quando a presa foi *T. evansi*. O inverso foi observado para os períodos de oviposição e pós-oviposição, bem como para a longevidade de fêmea e macho.

### 3.2.2.3 Tabela de vida de fertilidade

Tabela 3.2 - Duração (dias  $\pm$  SE) dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição e longevidade e fecundidade (ovos/fêmea  $\pm$  SE) de *Neoseiulus californicus* alimentado com as presas *Tetranychus evansi* e *Tetranychus urticae* em diferentes temperaturas

| Parâmetro             | Presas            | Temperatura (°C) (1)    |                         |                         |                         | Equação de regressão (2)                |                    |
|-----------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---|--------------------|
|                       |                   | 15                      | 20                      | 25                      | 30                      | $\hat{y}$ (dias)                        | R <sup>2</sup> (%) |
| Pré-oviposição        | <i>T. evansi</i>  | 6,1 $\pm$ 0,5a<br>[32]  | 4,7 $\pm$ 0,8a<br>[30]  | 3,8 $\pm$ 0,3a<br>[31]  | 2,6 $\pm$ 0,4a<br>[34]  | $\hat{y} = 9,430 - 0,228T$              | 99,7               |
|                       | <i>T. urticae</i> | 4,9 $\pm$ 0,2b<br>[32]  | 3,3 $\pm$ 0,6b<br>[36]  | 1,7 $\pm$ 0,2b<br>[33]  | 1,4 $\pm$ 0,2b<br>[36]  | $\hat{y} = 8,270 - 0,242T$              | 96,7               |
| Oviposição            | <i>T. evansi</i>  | 4,4 $\pm$ 1,2a<br>[28]  | 3,9 $\pm$ 1,9a<br>[25]  | 3,7 $\pm$ 1,4a<br>[28]  | 3,3 $\pm$ 1,1a<br>[30]  | $\hat{y} = 5,400 - 0,070T$              | 99,8               |
|                       | <i>T. urticae</i> | 28,5 $\pm$ 1,9b<br>[32] | 24,7 $\pm$ 2,1b<br>[35] | 19,3 $\pm$ 2,0b<br>[33] | 14,8 $\pm$ 1,7b<br>[36] | $\hat{y} = 42,750 - 0,930T$             | 99,8               |
| Pós oviposição        | <i>T. evansi</i>  | 5,8 $\pm$ 1,5a<br>[28]  | 5,2 $\pm$ 1,6a<br>[25]  | 4,1 $\pm$ 1,7a<br>[28]  | 4,7 $\pm$ 1,4a<br>[30]  | ----                                    | --                 |
|                       | <i>T. urticae</i> | 16,7 $\pm$ 3,1b<br>[32] | 11,9 $\pm$ 1,1b<br>[35] | 8,1 $\pm$ 2,6b<br>[31]  | 6,3 $\pm$ 2,3b<br>[36]  | $\hat{y} = 40,750 - 2,050T + 0,030T^2$  | 98,2               |
| Longevidade de fêmeas | <i>T. evansi</i>  | 16,2 $\pm$ 3,1a<br>[28] | 13,9 $\pm$ 2,4a<br>[25] | 11,6 $\pm$ 3,3a<br>[28] | 10,4 $\pm$ 2,5a<br>[30] | $\hat{y} = 27,115 - 0,889T + 0,011T^2$  | 99,1               |
|                       | <i>T. urticae</i> | 50,1 $\pm$ 5,4b<br>[32] | 39,9 $\pm$ 3,2b<br>[35] | 29,2 $\pm$ 2,9b<br>[31] | 22,6 $\pm$ 2,3b<br>[36] | $\hat{y} = 94,490 - 3,484T + 0,036T^2$  | 99,5               |
| Longevidade do macho  | <i>T. evansi</i>  | 23,4 $\pm$ 3,2a<br>[8]  | 19,2 $\pm$ 5,4a<br>[13] | 18,7 $\pm$ 5,6a<br>[11] | 16,5 $\pm$ 7,1a<br>[8]  | $\hat{y} = 28,990 - 0,424T$             | 94,9               |
|                       | <i>T. urticae</i> | 32,4 $\pm$ 4,7b<br>[12] | 27,0 $\pm$ 4,6b<br>[15] | 23,8 $\pm$ 3,7b<br>[10] | 21,4 $\pm$ 5,3b<br>[11] | $\hat{y} = 56,690 - 2,074T + 0,030T^2$  | 98,3               |
| Fecundidade total     | <i>T. evansi</i>  | 5,6 $\pm$ 2,6a<br>[28]  | 5,2 $\pm$ 2,7a<br>[25]  | 4,4 $\pm$ 1,9a<br>[28]  | 3,1 $\pm$ 1,5a<br>[30]  | $\hat{y} = 8,310 - 0,166T$              | 97,2               |
|                       | <i>T. urticae</i> | 35,1 $\pm$ 6,2b<br>[32] | 39,2 $\pm$ 4,2b<br>[35] | 38,0 $\pm$ 4,9b<br>[31] | 31,7 $\pm$ 3,8b<br>[36] | $\hat{y} = -8,270 + 4,452T - 0,104T^2$  | 99,9               |
| Razão sexual (%)      | <i>T. evansi</i>  | 56,4                    | 62,3                    | 58,6                    | 53,1                    | $\hat{y} = 9,570 + 4,858T - 0,114T^2$   | 93,2               |
|                       | <i>T. urticae</i> | 64,2                    | 72,8                    | 78,0                    | 68,7                    | $\hat{y} = -22,515 + 8,429T - 0,179T^2$ | 94,1               |

(1) Para cada fase e a cada temperatura, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (teste t,  $p < 5\%$ ). Números entre colchetes = n.

(2) T = temperatura em °C.

Nas duas presas, o tempo médio entre gerações ( $T$ ) de *N. californicus* reduziu progressivamente com o aumento da temperatura; este parâmetro ajustou-se satisfatoriamente ( $p \leq 0,032$ ;  $R^2 \geq 90,5$ ) ao modelo de regressão quadrático (Tabela 3.3). O contrário foi observado para a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), taxa intrínseca de crescimento ( $r_m$ ) e razão finita de crescimento ( $\lambda$ ) ( $p \leq 0,015$ ;  $R^2 \geq 92,3$ ).

Nas duas temperaturas mais baixas, o tempo médio entre gerações foi aproximadamente o mesmo nas duas espécies de presas, enquanto que nas outras temperaturas este foi significativamente maior em *T. urticae*. Os outros parâmetros foram sempre maiores em *T. urticae* que em *T. evansi* em cada temperatura. Os valores positivos destes parâmetros indicam que a população de *N. californicus* pode aumentar nas duas presas, porém a taxa de aumento foi significativamente menor quando a presa foi *T. evansi*.

Embora a população de *N. californicus* estudada tenha sido encontrada sobre *S. americanum* infestada com *T. evansi*, os resultados obtidos não sugeriram que este predador tenha potencial como agente de controle daquele tetraniquídeo. Longa duração e baixa viabilidade das fases imaturas de uma população espanhola de *N. californicus* em alimentado com *T. evansi* em relação a *T. urticae* também foi observado por Escudero e Ferragut (2005), esta população foi coletada em plantas de morango infestadas com *T. turkestanii* (Uvarov e Nikolski). Resultados semelhantes foram obtidos pelos mesmos autores para uma população também espanhola de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot coletada em plantas de feijão infestadas por *T. urticae*, e por Vasconcelos (2006<sup>1</sup>) para uma população brasileira de *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha coletada em *S. americanum* infestada por *T. evansi*. A tendência oposta foi obtida por Furtado (2006) para uma população brasileira de *Phytoseiulus longipes* Evans coletada semelhantemente em *S. americanum* infestado por *T. evansi*. Este último, é o único predador que mostra atualmente bom potencial como agente de controle biológico de *T. evansi*.

Quando a presa foi *T. urticae*, os resultados foram comparáveis aos obtidos por outros autores que estudaram a biologia de *N. californicus* a temperaturas próximas a

---

<sup>1</sup> Vasconcelos, 2006, p. 21.

Tabela 3.3 - Parâmetros da tabela de vida de *Neoseiulus californicus* alimentado com as presas *Tetranychus evansi* e *Tetranychus urticae* em diferentes temperaturas

| Parâmetro | Presas            | Temperatura (°C) (1) |        |        |        |    | Equação de regressão (2)      |                    |
|-----------|-------------------|----------------------|--------|--------|--------|----|-------------------------------|--------------------|
|           |                   | 15                   | 20     | 25     | 30     | 30 | $\hat{y}$ (dias)              | R <sup>2</sup> (%) |
| $T$       | <i>T. evansi</i>  | 28,7a                | 19,3a  | 14,4a  | 10,6a  |    | $\hat{y} = 44,890 - 1,184T$   | 93,1               |
|           | <i>T. urticae</i> | 28,1a                | 19,7a  | 16,9b  | 13,2b  |    | $\hat{y} = 40,850 - 0,950T$   | 90,5               |
| $R_0$     | <i>T. evansi</i>  | 1,8a                 | 2,4a   | 4,6a   | 5,4a   |    | $\hat{y} = - 2,300 + 0,260T$  | 92,3               |
|           | <i>T. urticae</i> | 24,8b                | 31,6b  | 34,4b  | 42,6b  |    | $\hat{y} = 8,060 + 1,124T$    | 95,5               |
| $r_m$     | <i>T. evansi</i>  | 0,032a               | 0,076a | 0,096a | 0,124a |    | $\hat{y} = - 0,0051 + 0,006T$ | 96,2               |
|           | <i>T. urticae</i> | 0,102b               | 0,183b | 0,261b | 0,386b |    | $\hat{y} = - 0,186 + 0,019T$  | 97,9               |
|           | <i>T. evansi</i>  | 1,024a               | 1,061a | 1,084a | 1,112a |    | $\hat{y} = 0,941 + 0,006T$    | 98,6               |
| $\lambda$ | <i>T. urticae</i> | 1,093b               | 1,167b | 1,254b | 1,378b |    | $\hat{y} = 0,799 + 0,019T$    | 97,8               |

(1) Para cada fase e a cada temperatura, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (teste t,  $p < 5\%$ ).

(2) T= temperatura em °C.

algumas das estudadas no presente trabalho (CASTAGNOLI; SIMONI, 1991; GOTOH; YAMAGUCHI; MORI, 2004). Esses resultados indicam que *N. californicus* é um bom predador de *T. urticae* em *S. americanum*.

### 3.3 Conclusão

Os resultados deste estudo sugerem que provavelmente as espécimes de *N. californicus* originárias da população utilizada neste estudo não eram dependentes da colônia de *T. evansi* que se encontravam na mesma planta em Uruguaiana. Nenhum outro tetraniquídeo foi encontrado na planta de *S. americanum* em que *N. californicus* foi coletado. *N. californicus* foi mencionado por McMurtry e Croft (1997) como um predador seletivo de tetraniquídeos, porém publicações posteriores sugerem que este predador deva ser considerado como generalista, capaz de alimentar-se de diferentes grupos de ácaros bem como de trips e até mesmo de pólen (CROFT; MONETTI; PRATT, 1998). Assim, parece que embora estivessem juntos com *T. evansi* em plantas de *S. americanum* em Uruguaiana, *N. californicus* estava provavelmente se utilizando de outro tipo de alimento.

### Referências

ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Virginia, v. 74, p. 430-445, 1959.

BIRCH, L.C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 17, p. 97-113, 1948.

CASTAGNOLI, M.; SIMONI, S. Influence of temperature on population increase of *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Redia**, Firenze, v. 74, p. 621-640, 1991.

CHITTENDEN, A.R.; SAITO, Y. Why are there feeding and nonfeeding larvae in phytoseiid mites (Acari, Phytoseiidae)? **Journal of Ethology**, Tokyo, v.19, p. 55-62, 2001.

CROFT, B.A.; BRIOZZO, J.; CARBONELL, J.B. Resistance to organophosphorous insecticides in a predaceous mite, *Amblyseius chilensis*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 69, n. 5, p. 563-565, 1976.

CROFT, B.A.; MONETTI, L.N.; PRATT, P.D. Comparative life histories and predation types - are *Neoseiulus californicus* and *N.fallacis* (Acari, Phytoseiidae). similar type II selective predators of spider mites. **Environmental Entomology**, College Park, v.27, p. 531-538, 1998.

DRUKKER, B.; JANSSEN, A.; RAUENBERG, W.; SABELIS, M.W. Improved control capacity of the mite predator *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on tomato. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 21, p. 507-518, 1997.

ESCUADERO, L.A.; FERRAGUT, F. Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, Orlando, v. 32, p. 378-384, 2005.

FURTADO, I.P. **Sélection d'ennemis naturels pour la lutte biologique contre *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae), en Afrique**. 2006. 161 p. These (Doctorale en Biologie de l'Evolution et Ecologie) – Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Université de Montpellier II, Montpellier, 2006.

GERSON U.; SMILEY R. L.; OCHOA R. **Mites (Acari) for Pest Control**. Oxford: Blackwell Science, 2003. 539p.

GOTOH, T.; YAMAGUCHI, K.; MORI, K. Effect of temperature on life history of the predatory mite *Amblyseius (Neoseiulus) californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 32, p. 15-30, 2004.

HART, A.J.; BALE, J.S.; TULLETT, A.G.; WORLAND, M.R.; WALTERS, K.F.A. Effects of temperature on the establishment potential of the predatory mite *Amblyseius californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae) in the UK. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 48, p. 593-599, 2002.

JEPPSON, L.R.; KEIFER, H.H.; BAKER, E.W. **Mites injurious to economic plants.** Berkeley: University of California Press, 1975. 614 p.

MAIA, A.H.N.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, p. 511-518, 2000.

McMURTRY, J.A.; SCRIVEN, G.T. Insectary production of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 58, p. 282-285, 1965.

McMURTRY, J.A.; CROFT, B.A. Life styles of phytoseiid mites and their roles as biological control agents. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 42, p. 291-321, 1997.

MESA, N.C.; BRAUN, A.R.; BELOTII, A.C. Comparison of *Mononychellus progresivus* and *Tetranychus urticae* as prey for five species of phytoseiid mites. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 9, p. 159-168, 1990.

MORAES, G.J.; LIMA, H.C. Biology of *Euseius concordis* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) a predator of the tomato russet mite. **Acarologia**, Paris, v. 24, p. 251-255, 1983.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Comparison of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) as prey for eight species of phytoseiid mites. **Entomophaga**, Paris, v. 30, p. 393-397, 1985.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Suitability of the spider mite *Tetranychus evansi* as prey for *Phytoseiulus persimilis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 40, p. 109-115, 1986.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological Methods, with Particular Reference to the Study of Insect Populations.** 2nded. London: Chapman and Hall, 1978. 524 p.

#### **4 PREFERÊNCIA DOS PREDADORES *Phytoseiulus fragariae* E *Neoseiulus californicus* EM RELAÇÃO ÀS PRESAS *Tetranychus evansi* E *Tetranychus urticae* (ACARI: PHYTOSEIIDAE, TETRANYCHIDAE)**

##### Resumo

*Tetranychus evansi* Baker e Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch podem causar danos significativos a plantas da família Solanaceae, especialmente em tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill. O controle de *T. evansi* com ácaros predadores não tem apresentado resultados promissores. Embora o controle biológico de *T. urticae* com ácaros predadores seja uma realidade em vários países em diversas culturas, o seu controle em solanáceas também não tem sido satisfatório. *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha e *Neoseiulus californicus* (McGregor) são dois ácaros predadores encontrados associados a *T. evansi* em solanaceae no sul do Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar a preferência de *P. fragariae* e *N. californicus*, em relação a folíolos de tomate infestados com *T. evansi* ou *T. urticae*. Para este fim, fêmeas adultas dos predadores foram transferidas para unidades experimentais contendo folíolos de tomateiro infestados com *T. evansi* e folíolos de tomateiro infestados com *T. urticae*, avaliando-se periodicamente o número de fêmeas e ovos do predador em cada folíolo. *P. fragariae* foi observado em maior proporção e ovipositou mais em folíolos infestados com *T. urticae* enquanto *N. californicus* foi encontrado predominantemente nos folíolos infestado com *T. evansi*, porém não houve diferença entre o número de ovos deste predador nos folíolos com *T. evansi* e *T. urticae*. Com tudo, mais estudos são necessários para melhor esclarecer esta aparente preferência alimentar de *N. californicus* por *T. evansi*.

Palavra-chave: Phytoseiidae; Tetranychidae; Tomateiro; Comportamento

##### Abstract

*Tetranychus evansi* Baker and Pritchard and *Tetranychus urticae* Koch can cause significant damages to plants of the Solanaceae family, especially on tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. Biological control of *T. evansi* using predatory mites has not been promising. Although the control of *T. urticae* with predatory mites is a common practice in many countries and several crops, the control of this pest in solanaceous plant species has not been successful. *Phytoseiulus fragariae* Denmark and Schicha and *Neoseiulus californicus* (McGregor) are two predatory mites found associated to *T. evansi* in solanaceous plants in the south of Brazil. The objective of this study was to evaluate the preference of *P. fragariae* and *N. californicus* to tomato leaflets infested with *T. evansi* or *T. urticae*. Adult females of the predators were transferred for units containing tomato leaflets infested with *T. evansi* and tomato leaflets infested with *T. urticae* and the number of females and eggs of the predators were counted periodically between 15 min and 48 h. in each leaflet. *P. fragariae* was found consistently in higher proportions and oviposited more on leaflets infested with *T. urticae* while *N. californicus* was found predominantly on leaflets infested with *T. evansi*, however there was no significant differences among the numbers of eggs of this predator in the leaflets with *T.*

*evansi* and *T. urticae*. However, more studies are needed to elucidate the preference of *N. californicus* for *T. evansi*.

Keywords: Phytoseiidae; Tetranychidae; Tomato crops; Behavior

#### 4.1 Introdução

*Tetranychus evansi* Baker e Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch são ácaros que podem causar danos significativos a plantas da família Solanaceae. Trabalhos visando ao controle biológico destas pragas, utilizando ácaros predadores da família Phytoseiidae como agente de controle, têm sido conduzidos por diversos pesquisadores (MORAES; LIMA, 1983; MORAES; McMURTRY, 1985, 1986; ESCUDERO; FERRAGUT, 2005; FURTADO, 2006; VASCONCELOS, 2006<sup>1</sup>, 2006<sup>2</sup>). No entanto, a maioria dos trabalhos relacionados o controle biológico de *T. evansi* não tem apresentado bons resultados (MORAES; LIMA, 1983; MORAES; McMURTRY, 1985, 1986; ESCUDERO; FERRAGUT, 2005; VASCONCELOS, 2006<sup>1</sup>, 2006<sup>2</sup>). A única exceção refere-se ao estudo de Furtado (2006), que corresponde à avaliação do predador *Phytoseiulus longipes* Evans. O contrário tem sido observado nos trabalhos visando ao controle de *T. urticae* em diversas culturas (GERSON; SMILEY; OCHOA, 2003). No entanto, em solanácea, o controle biológico deste ácaro também não tem sido plenamente satisfatório (DRUKKER et al., 1997).

Segundo Moraes e McMurtry (1985), fêmeas de *P. persimilis* criadas com *Tetranychus pacificus* McGregor são atraídas por extratos de fêmeas, teias e excrementos e altas concentrações de ovos de *T. evansi*.

Silva et al. (2004; 2005) investigaram uma possível capacidade de *T. evansi* em resgatar substâncias da planta hospedeira que proporcionasse a este fitófago um efeito deterrente sobre os predadores. Estas análises foram feitas através de comparação de extratos, obtidos com diferentes solventes, de *T. evansi* e de folhas de alguns hospedeiros (*Solanum americanum* Mill., *Solanum paniculatum* L., *Lycopersicon esculentum* Mill. e *Physallis angulata* L.), pelas técnicas em Cromatografia em Camada Delgada e Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (van den

---

<sup>1</sup> Vasconcelos, 2006, p. 21.

<sup>2</sup> Vasconcelos, 2006, p. 36.

DOOL; KRATZ, 1963; ADAMS, 1995), não encontrando substâncias comuns entre o ácaro e as folhas das plantas hospedeiras.

Está em andamento um projeto cujo objetivo é encontrar inimigos naturais eficientes no controle de *T. evansi* na América do Sul, com o intuito de utilizá-los em um programa de controle biológico em *L. esculentum* no continente africano. *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha e *Neoseiulus californicus* (McGregor) estão entre os poucos predadores encontrados em associação com *T. evansi* em solanáceas naquele projeto (FURTADO, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a preferência de *P. fragariae* e *N. californicus* quando a este se ofereceu *T. evansi* e *T. urticae* como presas.

## 4.2 Desenvolvimento

### 4.2.1 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) - Universidade de São Paulo.

As criações de *T. evansi* e *T. urticae* foram iniciadas com ácaros provenientes das criações mantidas por vários anos no Laboratório de Acarologia da ESALQ sobre plantas de *L. esculentum* e *Canavalia ensiformis* (L.) DC., respectivamente.

Os predadores utilizados foram obtidos de colônias iniciadas com ácaros coletados sobre *L. esculentum* em outubro de 2004, em Uruguaiana, Estado do Rio Grande do Sul. As colônias foram mantidas em laboratório usando uma adaptação do método descrito por McMurtry e Scriven (1965), a  $25,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ,  $88 \pm 7\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 h. Cada colônia foi estabelecida sobre uma placa vinílica (Paviflex<sup>®</sup>), posta sobre um pedaço de espuma de polietileno, mantida em uma bandeja plástica. Folíolos de *C. ensiformis*, infestados com *T. urticae* e com a extremidade do peciólulo envolta com um pedaço de algodão umedecido foram colocados sobre a placa, de forma que a extremidade com algodão ficasse em contato com a espuma, que era mantida permanentemente umedecida com água destilada. Diariamente, novos

folíolos foram colocados nas unidades de criação; periodicamente, os folíolos mais velhos foram descartados.

A unidade experimental foi constituída de uma caixa plástica (26,2 x 17,7 cm e 8,5 cm de altura) no interior da qual foi colocado um pedaço de espuma de polietileno, umedecida com água destilada, sobre a qual foi sobreposta uma placa vinílica (10 x 15 cm), que teve as bordas cobertas por faixas de algodão hidrófilo. Sobre cada placa, foram colocados dois folíolos de tomate (aproximadamente 7 cm um do outro), um infestado 48 h antes com 50 fêmeas adultas de *T. evansi* e outra com igual número de fêmeas adultas de *T. urticae*. Logo em seguida, 15 fêmeas adultas de uma espécie de predador foram liberadas no centro de cada placa.

Cinco minutos após a liberação dos predadores, realizou-se a primeira avaliação, registrando-se a quantidade de predador em cada folíolo. As demais avaliações foram realizadas a 15 min, 30 min, 1 h, 2 h, 4 h, 8 h, 24 h e 48 h após a liberação dos predadores. A partir de 8 h do início do teste, também foi avaliada a quantidade de ovos do predador em cada folíolo.

Foram realizadas sessenta repetições para cada espécie de predador. Para cada predador, foram comparadas as proporções de fêmeas (considerando-se como 100% o total de predadores liberados em cada unidade) ou dos ovos por elas depositados em cada um dos folíolos, utilizando o teste de  $\chi^2$  ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2.2 Resultados

Para cada espécie de predador a proporção de fêmeas adultas nos folíolos aumentou continuamente até a avaliação realizada a 8 h do início do teste, observando-se então reduções nesta proporção nas duas últimas avaliações em condições feitas 24 e 48 h a partir do início das observações.

Também para cada espécie de predador, as proporções de fêmeas adultas foram semelhantes nos dois folíolos, nas duas primeiras avaliações (Figura 4.1A e B). A partir de então, as proporções de fêmeas de *P. fragariae* passou a ser maior nos folíolos

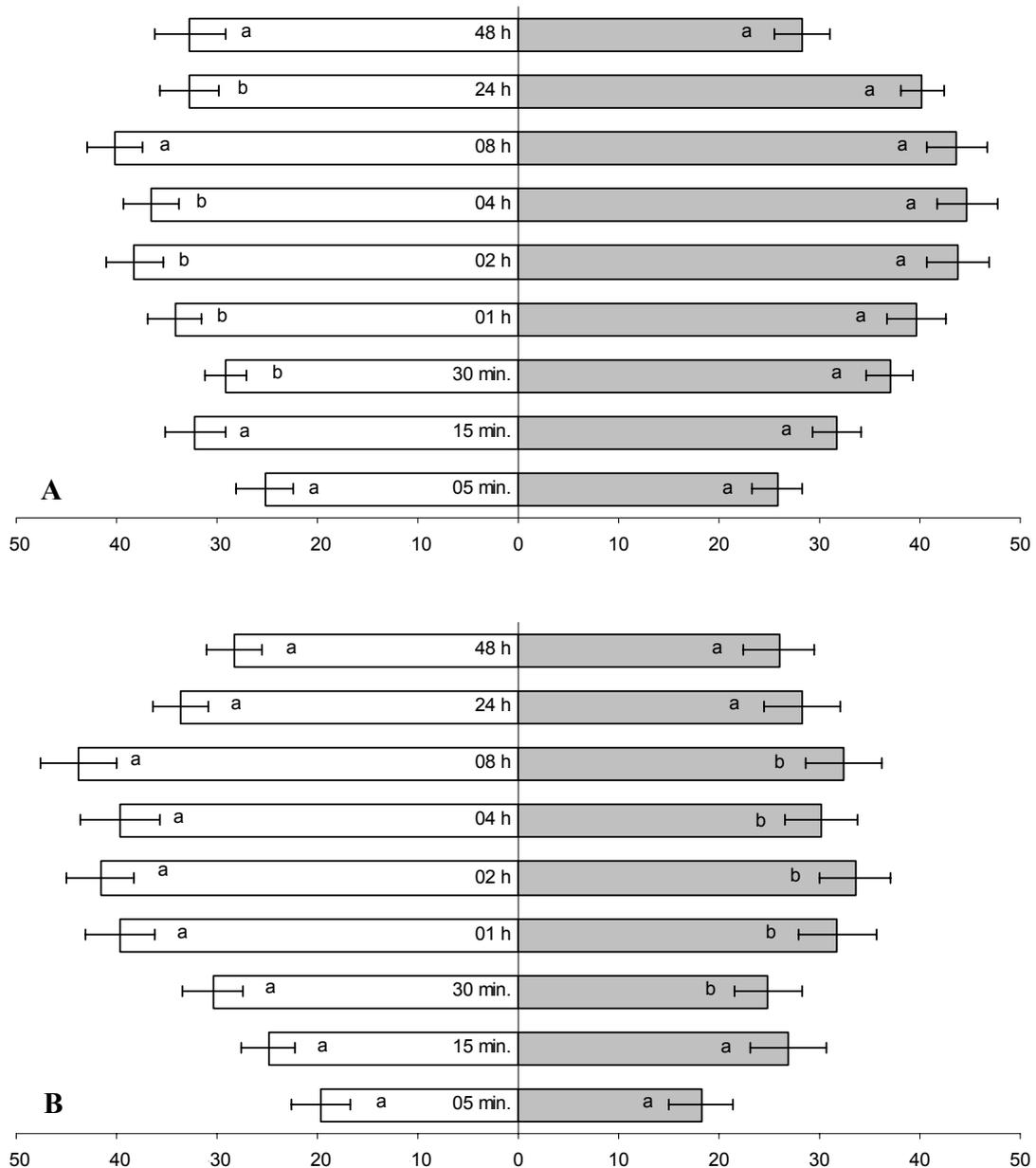


Figura 4.1. Porcentagem de fêmeas adultas de *Phytoseiulus fragariae* (A) e *Neoseiulus californicus* (B) em folíolos de tomateiro com *Tetranychus evansi* (colunas branca) e *Tetranychus urticae* (colunas cinza) a diferentes tempos após a liberação

infestados com *T. urticae*, exceto nas avaliações feitas 8 e 48 h após o início do teste, quando as proporções nos dois folíolos não diferiram estatisticamente. No caso de *N. californicus* a partir da terceira avaliação, as fêmeas permaneceram em maior proporção nos folíolos com *T. evansi*, continuando em maioria neste folíolo até a sétima

avaliação (8 h). Nas duas ultimas avaliações, a proporção de *N. californicus* voltou a ser semelhante nos dois folíolos.

Com relação à oviposição, maiores percentuais de ovos de *P. fragariae* (59 a 62%) foram encontrados em todas as avaliações nos folíolos infestado com *T. urticae* (Figura 4.2A). Já as proporções de ovos de *N. californicus* foram semelhantes nos dois folíolos em todas as avaliações (Figura 4.2B).

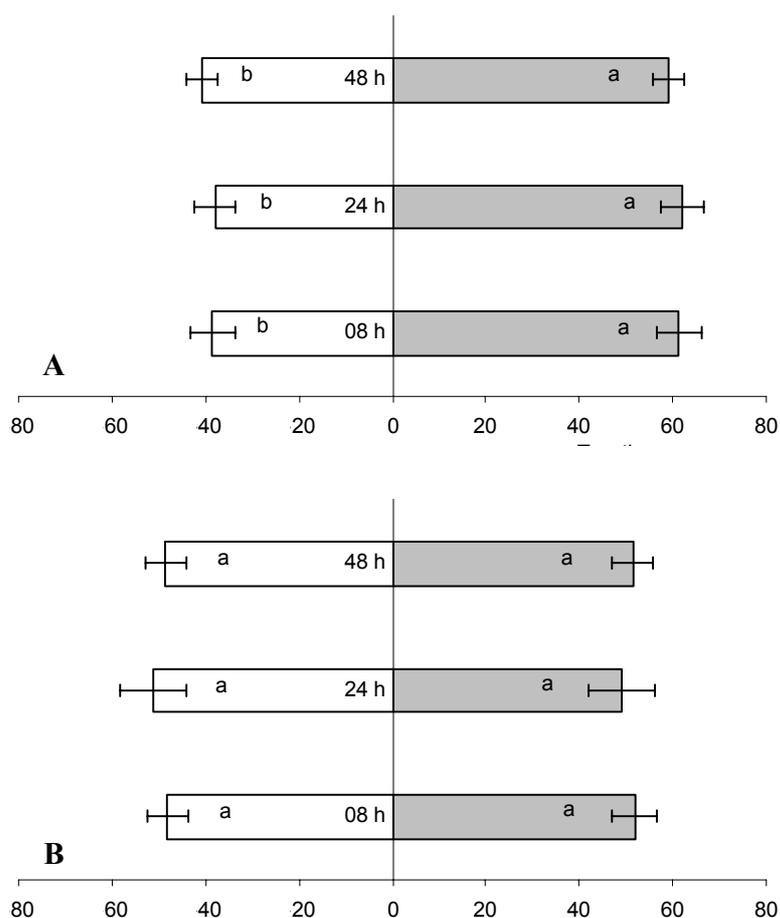


Figura 4.2. Porcentagem de ovos de *Phytoseiulus fragariae* (A) e *Neoseiulus californicus* (B) em folíolos de tomateiro com *Tetranychus evansi* (colunas branca) e *Tetranychus urticae* (colunas cinza) a diferentes tempos após a liberação

### 4.2.3 Discussão

Tanto para *P. fragaria* quanto para *N. californicus*, as proporções semelhantes nos folíolos com *T. evansi* e *T. urticae* nas duas primeiras avaliações podem ser explicadas pelo curto tempo decorrido desde o início do experimento, provavelmente insuficiente para uma decisão dos predadores, os quais permaneceram em elevada proporção caminhando pela placa vinílica. Decorridos 30 min do início do experimento, a maioria dos predadores já havia aparentemente optado por um dos folíolos. Para *P. fragariae*, esta opção foi por *T. urticae* e para *N. californicus*, por *T. evansi*. Nas avaliações seguintes, a proporção destes predadores nos folíolos aumentou gradativamente até atingir o máximo 4 e 8 h após o início do experimento para *P. fragariae* e *N. californicus*, respectivamente. A redução da proporção de fêmeas nos folíolos a nas duas últimas avaliações provavelmente ocorreu devido à redução do número de presas nestes e à progressiva alteração de suas características fisiológicas, uma vez que estes folíolos foram destacados e infestados 48 h antes do início do experimento, que por sua vez também teve uma duração de 48 h. Estes dois fatos podem ter, induzindo os predadores a se dispersar.

Os resultados em relação ao arretamento de *P. fragariae* concordam com o que seria esperado, isto é, uma preferência por *T. urticae*, demonstrado por uma maior atração àquela espécie. Vasconcelos (2006<sup>1</sup>) observou que este predador tem sua taxa intrínseca de aumento populacional ( $r_m$ ) significativamente maior quando alimentado com *T. urticae* do que com *T. evansi*, indicando ser a primeira espécie uma presa muito mais favorável que a segunda.

Foi inesperada a opção de *N. californicus* por *T. evansi*. Este resultado sugere que a atração e/ou arresto deste predador por uma presa potencial pode não estar relacionada à qualidade do alimento. No caso do presente estudo, Vasconcelos (2006<sup>2</sup>) também demonstrou um desempenho muito melhor deste predador quando alimentado com *T. urticae* do que quando alimento com *T. evansi*. Embora menos favorável à biologia de *N. californicus*, aparentemente *T. evansi* exerceu maior atração e arresto sobre este.

O resultado obtido neste trabalho com *N. californicus* sugere que a atração e/ ou

---

<sup>1</sup> Vasconcelos, 2006, p. 21.

<sup>2</sup> Ibid., p. 36.

arresto possa ser menos específica que esperado, e que seja em grande parte função de fatores que funcionariam como cairomônios e que pudessem ser característicos do grupo de espécies a que a presa pertença (talvez a nível de gênero, neste caso, *Tetranychus*). Apesar de *T. evansi* não ser uma presa favorável, como sugerido por Vasconcelos (2006<sup>1</sup>), é provável que este predador estivesse alimentando-se desta presa, uma vez que manteve-se no mesmo folíolo ao longo das avaliações. Moraes e McMurtry (1985) também discutiram a possibilidade de atração e/ ou arresto de *P. persimilis* a extratos de diferentes estágios de desenvolvimento, teia e fezes de *T. evansi*, uma presa não adequada àquele predador. Se este for o caso, é possível que a maior proporção de *N. californicus* nos folíolos com *T. evansi* se deva ao fato de que aqueles tivessem uma maior quantidade de substâncias atraentes e/ ou arrestantes que os folíolos com *T. urticae*. Isto poderia ocorrer pelo maior número de ovos, teia e fezes nos folíolos com *T. evansi*, o que é consistente com a extrema capacidade de aumento populacional deste ácaro (Moraes e McMurtry, 1987) em relação a outros tetraniquídeos. Embora não se tenha neste estudo feito uma avaliação quantitativa, a densidade daqueles elementos nos folíolos com *T. evansi* era consideravelmente maior que nos folíolos com *T. urticae*. Moraes e McMurtry (1985) sugeriram que aqueles elementos contém substâncias químicas que podem arrestar predadores fitoseídeos.

No entanto, Moraes e McMurtry (1985) verificaram que extratos de *T. urticae* exerceram um arresto mais significativo de *P. persimilis* do que extratos de *T. evansi*. Os resultados obtidos no presente estudo com *P. fragariae* estão de acordo com aquela constatação. Esta diferença de comportamento entre *P. fragariae* e *N. californicus*, considerados no presente estudo, sugere uma variação entre eles no que se refere à resposta a produtos químicos atraentes ou arrestantes.

Vasconcelos (2006<sup>1</sup>, 2006<sup>2</sup>) demonstrou que *P. fragariae* e *N. californicus* apresentam uma maior taxa de oviposição quando alimentadas com *T. urticae* em relação a *T. evansi*. Assim o maior percentual de ovos de *P. fragariae* no folíolo com *T. urticae* já era esperado uma vez que este predador estava em maior proporção no folíolo com esta presa, que possibilita uma maior taxa de oviposição. Contrariamente,

---

<sup>1</sup> Vasconcelos, 2006, p. 36.

<sup>2</sup> Ibid., p. 21.

*N. californicus* estava em maior proporção no folíolo com uma presa que não o favorece, o que pode ter interferido na sua taxa de oviposição, fazendo com que embora em maior quantidade, este predador ovipositasse menos.

### 4.3 Conclusão

*P. fragariae* prefere alimentar-se e ovipositar em folíolos de tomate infestados com *T. urticae* enquanto *N. californicus* prefere alimentar-se no folíolo infestado com *T. evansi*, porém não há diferença entre o número de ovos deste predador nos folíolos com *T. evansi* e *T. urticae*. Com tudo, mais estudos são necessários para melhor esclarecer esta aparente preferência alimentar de *N. californicus* por *T. evansi*.

### Referências

ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**, Illinois: Allured Publishing Corporation, 1995. 469 p.

DRUKKER, B.; JANSSEN, A.; RAVENSBERG, W.; SABELIS, M.W. Improved control capacity of the mite predator *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on tomato. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 21, p. 507-518, 1997.

ESCUADERO, L.A.; FERRAGUT, F. Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, Orlando, v. 32, p. 378-384, 2005.

FURTADO, I.P. **Sélection d'ennemis naturels pour la lutte biologique contre *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae), en Afrique**. 2006. 161 p. These (Doctorale en Biologie de l'Evolution et Ecologie) – Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Université de Montpellier II, Montpellier, 2006.

GERSON, U.; SMILEY, R.L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for Pest Control**. Oxford: Blackwell Science, 2003. 539 p.

MORAES, G.J.; LIMA, H.C. Biology of *Euseius concordis* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) a predator of the tomato russet mite. **Acarologia**, Paris, v. 24, p. 251-255, 1983.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Chemically mediated arrestment of the predaceous mite *Phytoseiulus persimilis* by extracts of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 1, p. 127-138, 1985.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Suitability of the spider mite *Tetranychus evansi* as prey for *Phytoseiulus persimilis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 40, p. 109-115, 1986.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Effect of temperature and sperm supply on the reproductive potential of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 3, p. 95-107, 1987

McMURTRY, J.A.; SCRIVEN, G.T. Insectary production of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 58, p. 282-285, 1965.

SILVA, F.R.; BRITTO, E.P.J.; FIABOE, K.K.M.; CÂMARA, C.A.G.; GONDIM JR., M.G.C.; SCHWARTZ, M.O.E.; KNAPP, M. Perfil químico do extrato exânico de *Tetranychus evansi* e das ceras epicuticulares de solanáceas hospedeiras e avaliação do efeito do extrato de cera epicuticular de *Physallis angulata* sobre esse ácaro. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 15., 2005, Recife. **Anais...** Recife: Imprensa Universitária, 2005. 1 CD-ROM.

SILVA, F.R.; BRITTO, E.P.J.; FIABOE, K.K.M.; GONDIM JR., M.G.C.; SCHWARTZ, M.O.E.; CÂMARA, C.A.G.; KNAPP, M. Análise química do extrato diclorometano de *Tetranychus evansi* Baker & Printchard e das ceras epicuticulares de algumas de suas plantas hospedeiras. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 14., 2004, Recife. **Anais...** Recife: Imprensa Universitária, 2004. 1 CD-ROM.

van den DOOL, H.; KRATZ, D.J. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 11, p. 463-471, 1963.

## 5 VIABILIDADE DE OVOS DOS ÁCAROS PREDADORES *Phytoseiulus fragariae* E *Neoseiulus californicus* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) EM DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE

### Resumo

A umidade do ar é um dos principais fatores que influenciam a sobrevivência e consequentemente a eficiência dos ácaros predadores. De uma maneira geral, ácaros fitoseídeos preferem temperaturas moderadas e umidade entre 60 e 90%. A fase de ovo é a mais vulnerável as condições climáticas desfavoráveis. Assim, o conhecimento da faixa de umidade relativa adequada para o desenvolvimento dos ácaros predadores é um dos fatores que determina o sucesso destes no manejo ecológico de pragas. O objetivo deste trabalho foi comparar o efeito de diferentes níveis de umidades na viabilidade de ovos de *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha e *Neoseiulus californicus* (McGregor). Dois métodos foram utilizados para obtenção das umidades desejadas, soluções de ácido sulfúrico e hidróxido de potássio em condições hermeticamente controladas, e o efeito destas umidades foi avaliado em ovos colocados em folíolos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill ou diretamente em papel de filtro. Foram avaliadas umidades de 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100%. Nas arenas foram depositados ovos recém ovipositados dos predadores, que foram avaliados diariamente para determinar a viabilidade. Não foram observadas diferenças significativas na viabilidade de ovos entre *P. fragariae* e *N. californicus* e em nenhum dos tratamentos testados. Umidades relativas abaixo de 50% reduziram a viabilidade dos ovos das duas espécies de predadores a menos de 5,3%. Maior emergência de larvas foi observada quando ovos foram colocados em folíolos de tomate comparados àqueles colocados diretamente em papel de filtro nas umidades de 50 e 60%. Acima de 70% de umidade não foram observadas diferenças significativas na viabilidade de ovos nos diferentes tipos de arenas e soluções testadas.

Palavra-chave: Controle biológico; *Lycopersicon esculentum*; Controle de umidade; Hidróxido de potássio; Ácido sulfúrico; Microambiente

### Abstract

The relative humidity (RH) is one of the main factors influencing the efficiency of the phytoseiid predatory mites. Most phytoseiids prefers moderate temperatures and RH from 60 to 90%. The egg is the most vulnerable stage to unfavourable climatic conditions. For this reason, the knowledge about the appropriate RH for the development of predator mites is important for the success of biological control programs. This work aimed to compare the effect of different RH levels on *Phytoseiulus fragariae* Denmark and Schicha and *Neoseiulus californicus* (McGregor). Two methods were used to obtain the desired RH levels, sulfuric acid and potassium hydroxide solutions under controlled conditions, and the effect of RH was evaluated on eggs placed on arenas made of tomato leaflets, *Lycopersicon esculentum* Mill., or of filter paper. Constant humidity of 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100% were tested and only

eggs oviposited within four hours were used. Egg viability was not different between *P. fragariae* and *N. californicus* at any treatment tested. RH below 50% reduced the viability of eggs to lower than 5.3%. Higher larval emergence was observed when eggs were placed on tomato leaflets compared to eggs placed on filter paper at 50 and 60% RH. At  $RH \geq 70\%$ , no differences were detected on egg viability among different types of arenas and solutions tested.

Keywords: Biological control; *Lycopersicon esculentum*; Control of humidity; Potassium hydroxide; Sulphuric acid; Microenvironment

## 5.1 Introdução

Desde que foi introduzido no continente africano, o ácaro fitófago *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard (Acari: Tetranychidae) tem causado perdas econômicas elevadas em cultivos de tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill. (SARR et al., 2002). Na tentativa de reduzir as perdas causadas por esta praga à cultura do tomate daquele continente, encontra-se em desenvolvimento um projeto cujo objetivo é buscar, na América do Sul, inimigos naturais eficientes no controle de *T. evansi*, com o intuito de utilizá-los em um programa de controle biológico. *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha e *Neoseiulus californicus* (McGregor) são duas das espécies de ácaros predadores, encontrados associados a *T. evansi* sobre Solanaceae em coletas realizadas no Brasil (FURTADO, 2006).

De uma maneira geral, ácaros fitoseídeos preferem temperaturas moderadas e condições de umidade entre 60 e 90% (SABELIS, 1985). A umidade do ar é um dos principais fatores que influenciam a eficiência dos ácaros predadores (BAKKER et al., 1993), principalmente interferindo na viabilidade dos ovos e densidade destes ácaros em campo (VAN DINH, SABELIS, JANSSEN, 1988; GAEDE, 1992). Elevadas taxas de mortalidades são relatadas para esta fase em condições de baixos níveis de umidade (VAN DINH, SABELIS, JANSSEN, 1988; SCHAUSBERGER, 1998; WILLIAMS et al., 2004; DE VIS, MORAES, BELLINI, 2006). Sabelis (1981) sugeriu que o nível de umidade crítico para os ácaros é de 50%. Plantas ou outros substratos podem propiciar condições favoráveis e alterar os níveis críticos de umidade necessários para a sobrevivência do ácaro predador (CROFT, CROFT, 1993). Assim, o conhecimento da faixa de umidade relativa adequada para o desenvolvimento dos ácaros predadores é

um dos atributos de importância no manejo ecológico de pragas e pode ser um parâmetro importante na seleção de espécies para utilização em programas de controle biológico clássico.

Estudos de laboratório para determinar o efeito da umidade relativa sob a viabilidade de ovos de ácaros têm freqüentemente sido feitos com o uso de soluções de ácido sulfúrico em areias secas (ex. papel de filtro). Alguns autores têm questionado esta metodologia, por entenderem que vapores de ácido sulfúrico poderiam afetar a biologia de ácaros. Tem sido criticado também a utilidade das informações geradas por este tipo de estudo, já que a umidade relativa na superfície da folha das plantas onde os ovos são colocados é sempre superior a umidade do ar acima deste microambiente que corresponde a umidade de areias secas.

O objetivo deste trabalho foi comparar o efeito de diferentes níveis de umidade na viabilidade de ovos de *P. fragariae* e *N. californicus*.

## **5.2 Desenvolvimento**

### **5.2.1 Material e Métodos**

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) - Universidade de São Paulo.

Os predadores utilizados neste estudo foram obtidos de uma colônia iniciada com ácaros coletados sobre *S. americanum* em Uruguaiana, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, aproximadamente 10 meses antes do início do estudo. As colônias foram mantidas em laboratório usando uma adaptação do método descrito por McMurtry e Scriven (1965) a  $25,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ,  $88 \pm 7\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 h. Cada colônia foi estabelecida sobre uma placa vinílica (Paviflex<sup>®</sup>), posta sobre um pedaço de espuma de polietileno, mantida em uma bandeja plástica. Folíolos de *C. ensiformis* infestados com *T. urticae* e com a extremidade do peciólulo envolto com um pedaço de algodão umedecido foram colocados sobre a placa, de forma que a extremidade com algodão ficasse em contato com a espuma, que era mantida permanentemente

umedecida com água destilada. Novos folíolos foram colocados diariamente nas unidades de criação e periodicamente os folíolos mais velhos eram descartados.

O estudo foi iniciado com ovos do predador com até 4 horas da oviposição, utilizando-se 50 ovos por unidade experimental. Dois tipos de unidades experimentais foram utilizadas. Uma delas (arena seca) consistiu de uma placa de Petri (2,6 cm de diâmetro e 1,0 cm de altura) cujo fundo foi coberto por um disco de papel de filtro. Outra unidade (arena úmida) consistiu de um folíolo de tomateiro (aproximadamente 3 cm<sup>2</sup>) cujo peciólulo foi inserido em um pequeno tubo plástico com água, sendo em seguida a extremidade do tubo lacrada com parafina, para segurar o peciólulo e evitar a saída da água. Os ovos foram distribuídos uniformemente sobre o papel de filtro (arena seca) ou na superfície superior do folíolo (arena úmida).

Uma arena seca e uma arena úmida foram então colocadas em uma câmara de acrílico (26,2 x 17,7 x 8,5 cm de altura) contendo 460 ml de uma solução de ácido sulfúrico ou hidróxido de potássio, na concentração necessária para se obter diferentes níveis de umidade relativa no interior da câmara (SOLOMON, 1952). Em cada câmara, as arenas e um termohigrógrafo digital (TFA<sup>®</sup> – 7429; precisão de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 5\%$  de umidade relativa) foram colocados sobre uma plataforma, de forma a mantê-los cerca de 4 cm acima do nível da solução. A tabela 5.1 mostra os níveis de umidade esperados e os níveis efetivamente obtidos com cada solução, ao longo do trabalho. A temperatura no transcorrer do experimento foi de  $25 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ .

Tabela 5.1 - Umidade real durante o desenvolvimento do experimento em cada tratamento a  $25 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$

| Umidade esperada (%) | Umidade obtida (%) $\pm$ DP    |                |
|----------------------|--------------------------------|----------------|
|                      | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KOH            |
| 30,0                 | 32,5 $\pm$ 1,1                 | 31,1 $\pm$ 0,8 |
| 40,0                 | 39,3 $\pm$ 0,9                 | 40,2 $\pm$ 0,7 |
| 50,0                 | 51,1 $\pm$ 1,0                 | 51,3 $\pm$ 1,0 |
| 60,0                 | 58,5 $\pm$ 1,6                 | 60,8 $\pm$ 0,6 |
| 70,0                 | 69,4 $\pm$ 0,2                 | 70,3 $\pm$ 0,2 |
| 80,0                 | 80,1 $\pm$ 0,1                 | 81,2 $\pm$ 0,6 |
| 90,0                 | 89,6 $\pm$ 1,5                 | 89,9 $\pm$ 0,8 |
| 100,0                | 98,4 $\pm$ 1,2                 | 98,5 $\pm$ 0,3 |

A cada dia, avaliou-se o número de larvas emergidas dos ovos de cada unidade experimental e registraram-se a temperatura e a umidade no interior de cada câmara. A partir do sexto dia, os ovos remanescentes foram considerados inviáveis. Em cada unidade foram realizadas três repetições. As médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 5.2.2 Resultados e Discussão

Para ambas as espécies, tipos de solução e tipos de arena, baixos índices de emergência (máximo de 5,3%) foram observados para níveis de umidade de 30 ou 40% e altos índices de emergência (mínimo de 92,7%) foram observados para níveis de umidade de 70 a 100% (Tabela 5.2).

Níveis médios de emergência foram observados a 50 e 60% de umidade relativa. No entanto, em cada um destes níveis foi bastante considerável a diferença entre as porcentagens de emergência nas arenas secas (6,0 a 56,7%) e úmidas (64,3 a 90,7%). Neste caso, para ambas as espécies, as diferenças foram maiores quando a solução foi o ácido sulfúrico, exceto para *N. californicus* a 50% de umidade.

Os resultados sugerem que as populações estudadas de *P. fragariae* e *N. californicus* apresentam padrões semelhantes de resposta aos diferentes níveis de umidade. Isto significa que os ovos destas espécies apresentam pequena tolerância a níveis de umidade relativa de até 40%, observando-se, entretanto uma drástica mudança nos índices de viabilidade destes quando expostos a 50% de umidade relativa. A partir deste nível, os incrementos na viabilidade prosseguiram, mas a uma taxa bem menos expressiva.

Em condições naturais, os problemas mais freqüentes com a incidência de ácaros tetraniquídeos são verificados sob condições de baixa umidade (Referencia). Nestas situações, estes ácaros aparentemente apresentam maior dificuldade em eliminar a quantidade excedente de água ingerida durante sua alimentação (Referencia). Pelos resultados do presente trabalho, tanto *P. fragariae* quanto *N. californicus*, aparentemente teriam grande limitação como agentes de controle de *T. evansi* ou *T. urticae* sob condições de umidade relativa muito baixa. No entanto, a

níveis de umidade relativa de 50% ou mais, estes predadores não teriam dificuldade em se manter vivos no ambiente, podendo exercer algum nível de controle sobre aquelas pragas.

Tabela 5.2 - Emergência (%) de larvas de *Phytoseiulus fragariae* e *Neoseiulus californicus* (média±EP) sob diferentes níveis de umidades produzidas por soluções H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e KOH em dois tipos de arenas

| Umidade esperada (%) (1) | Predador               | Soluções (2)                   |            |             |            |
|--------------------------|------------------------|--------------------------------|------------|-------------|------------|
|                          |                        | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |            | KOH         |            |
|                          |                        | Arena úmida                    | Arena seca | Arena úmida | Arena seca |
| 30                       | <i>P. fragariae</i>    | 2,7±0,3                        | 1,0±0,6    | 3,8±1,2     | 1,4±0,1    |
|                          | <i>N. californicus</i> | 3,0±0,6                        | 1,6±0,27   | 4,0±1,25    | 1,5±0,3    |
| 40                       | <i>P. fragariae</i>    | 3,7±0,7                        | 1,3±0,9    | 5,0±0,6a    | 2,0±0,6b   |
|                          | <i>N. californicus</i> | 5,3±1,3                        | 3,7±0,9    | 5,3±0,7a    | 2,3±0,3b   |
| 50                       | <i>P. fragariae</i>    | 71,0±3,6a                      | 7,3±2,4b   | 64,3±1,2a   | 10,1±1,1b  |
|                          | <i>N. californicus</i> | 67,8±2,1a                      | 7,0±2,5b   | 68,3±2,3a   | 6,0±2,3b   |
| 60                       | <i>P. fragariae</i>    | 82,0±2,1aB                     | 21,3±1,8bB | 90,7±1,8aA  | 56,7±3,7bA |
|                          | <i>N. californicus</i> | 83,6±1,5aA                     | 20,7±2,9bB | 86,7±3,7aA  | 45,7±3,9bA |
| 70                       | <i>P. fragariae</i>    | 98,7±1,3                       | 96,3±3,7   | 94,3±3,5    | 92,7±2,2   |
|                          | <i>N. californicus</i> | 94,9±3,6                       | 98,9±1,1   | 98,9±1,1    | 98,9±1,1   |
| 80                       | <i>P. fragariae</i>    | 100,0±0,0                      | 98,0±1,2   | 98,0±1,2    | 98,7±1,3   |
|                          | <i>N. californicus</i> | 99,3±0,7                       | 100,0±0,0  | 98,7±1,3    | 98,7±1,3   |
| 90                       | <i>P. fragariae</i>    | 95,6±2,2                       | 98,9±1,1   | 100,0±0,0   | 99,2±0,8   |
|                          | <i>N. californicus</i> | 98,9±1,1                       | 100,0±0,0  | 99,2±0,8    | 98,1±1,0   |
| 100                      | <i>P. fragariae</i>    | 100,0±0,0                      | 97,3±2,7   | 96,7±1,3    | 96,0±1,2   |
|                          | <i>N. californicus</i> | 98,9±1,1                       | 95,6±2,2   | 100,0±0,0   | 99,3±0,7   |

<sup>(1)</sup> Refira-se a tabela 5.1 para ver as umidades reais correspondentes.

<sup>(2)</sup> Em cada linha, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas em negrito (arenas úmidas, diferentes soluções) ou pelas mesmas letras maiúsculas em itálico (arenas secas, diferentes soluções) não diferem entre si; médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em negrito (ácido sulfúrico, diferentes arenas) ou pelas mesmas letras minúsculas em itálico (hidróxido de potássio, diferentes arenas) não diferem entre si; para aquelas mesmas comparações, médias não seguidas de letras não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ). Para cada tipo de solução tipo de arena dentro de cada tipo de solução, diferenças estatísticas não foram observadas entre *P. fragariae* e *N. californicus* (Tukey,  $p < 0,05$ ).

Os resultados deste trabalho sugeriram que houve realmente algum efeito drástico e negativo relacionado ao uso da solução de ácido sulfúrico na viabilidade dos

ovos de ambos os predadores, a 60% de umidade relativa. Isto foi particularmente notório quando os ovos foram mantidos em arenas secas. Nos outros casos, entretanto, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o uso do ácido sulfúrico e o hidróxido de potássio para controle da umidade relativa.

Como sugerido por Sabelis (1981), a umidade relativa de 50% aparenta ser o nível crítico de umidade para o desenvolvimento dos ovos de fitoseídeos. Em níveis inferiores a este, a viabilidade dos ovos é bastante reduzida, como foi observado no presente trabalho na umidade de 40% na arena úmida. Williams et al. (2004) relataram baixa viabilidade (menor que 30%) para ovos de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) e *N. californicus* em arenas do tipo seca entre 30 e 60% de umidade controlada por diferentes soluções salinas. De Vis, Moraes e Bellini (2006) observaram baixa viabilidade para ovos de *Amblyseius acalyphus* Denmark e Muma e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma em arenas do tipo seca entre 30 e 60% de umidade controlada por solução de ácido sulfúrico e entre 30 a 50% para *Metaseiulus camelliae* Chant e Yoshida-Shaul e 30 a 40% para *Euseius citrifolius* Denmark e Muma. Schausberger (1998) observou que a 30% de umidade relativa controlada por diferentes soluções salinas a viabilidade de ovos de varias linhagens de *Euseius finlandicus* (Oudemans), *Thyphlodromus pyri* Scheuten e *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) foi menor que 40%. Para os níveis de umidades relativas iguais ou superiores a 70%, a viabilidade de ovos de fitoseídeos é sempre alta (VAN DINH, SABELIS, JANSSEN, 1988; SCHAUSBERGER, 1998; WILLIAMS et al., 2004; DE VIS, MORAES, BELLINI, 2006).

Na solução de ácido sulfúrico, nas umidades relativas de 50 e 60%, houve uma grande diferença na viabilidade dos ovos dos dois predadores entre a arena úmida e a seca, nas demais umidades não houve diferença. Na solução de hidróxido de potássio a diferença na viabilidade dos ovos de ambos predadores já foi observada a partir de 40% de umidade relativa, porém esta diferença não foi muito grande, e também a 50 e 60%, nestes casos as diferenças foram tão grandes quanto às observadas na solução com ácido sulfúrico. A maior viabilidade na arena úmida em umidades relativas mais baixas provavelmente se deve ao fato de nas proximidades da superfície da folha (0,5 mm) formar-se um micro clima, onde a umidade é próxima a 90% (GAEDE, 1992). Além

disso, as folhas de tomateiro apresentam alta densidade de tricomas que favorecem ainda mais a retenção de umidade próxima à superfície da folha (SCHAUSBERGER, 1998). Van Dinh, Sabelis e Janssen (1988) não observaram diferença na viabilidade de ovos de *Amblyseius anonyms* Denmark e Muma em disco de folha e na planta, nas umidades de 30 e 40%, sendo estas sempre baixas (no máximo 1,2%). Já a 50 e 60% estes autores relataram diferença na viabilidade de ovos deste predador entre os dois substratos testados, sendo sempre maior na planta.

### 5.2.3 Conclusão

Umidades relativas abaixo de 50% reduziram a viabilidade de ovos de *P. fragariae* e *N. californicus*. As soluções de ácido sulfúrico e hidróxido de potássio aparentemente não interferiram na viabilidade dos ovos desses predadores. Maior nível de eclosão de ovos dos ácaros predadores foi observada quando estes foram colocados em folíolos de tomate comparados àqueles colocados diretamente em papel de filtro nas umidades de 50 e 60% indicando que o microclima da superfície da folha favorece a viabilidade dos ovos quando a umidade relativa do ambiente é baixa. Acima de 70% de umidade não foram observadas diferenças significativas na viabilidade de ovos nos diferentes tipos de arenas e soluções testadas.

### Referências

BAKKER, F.M.; KLEIN, M.E.; MESA, N.C.; BRAUN, A.R. Saturation deficit tolerance spectra of phytophagous mites and their phytoseiid predators on cassava.

**Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 17, p. 97-113, 1993.

CROFT, B.A.; CROFT, M.B. Larval survival and feeding by immature *Metaseiulus occidentalis*, *Neoseiulus fallacies*, *Amblyseius andersoni* and *Typhlodromus pyri* on life stage groups of *Tetranychus urticae* Koch and phytoseiid larvae. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 17, p. 685-693, 1993.

DE VIS, R.M.J.; MORAES, G.J.; BELLINI, M.R. Effect of air humidity on the egg viability of predatory mites (Acari: Phytoseiidae, Stigmaeidae) common on rubber trees in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 38, p. 25-32, 2006.

FURTADO, I.P. **Selection of natural enemies for the biological control of *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae), in Africa.** 2006. 172 p. These (Doctorale en Biologie de l'Evolution et Ecologie) - Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Montpellier, 2006.

GAEDE, K. On the water balance of *Phytoseiulus persimilis* A.-H. and its ecological significance. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 15, p. 181-198, 1992.

McMURTRY, J.A.; SCRIVEN, G.T. Insectary production of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 58, p. 282-285, 1965.

SABELIS M.W. Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators. Part I. Modelling the predator-prey interaction at the individual level. **Agricultural Research and Report**, Wageningen, v. 910, p. 1-242, 1981.

SABELIS, M.W. Development. In: HELLE, H.; SABELIS, M.W. (Ed). **Spider mites their biology, natural enemies and control.** Amsterdam: Elsevier, 1985. p. 43-53.

SARR, I.; KNAPP, M.; OGOL, C.K.P.; BAUMGÄRTNER, J. Impact of predators on *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard populations and damage on tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Kenya. In: CONGRESS INTERNATIONAL OF ACAROLOGY, 11., 2002. Merida, **Abstract...** Merida, 2002. p. 271.

SCHAUSBERGER, P. The influence of relative humidity on egg hatch in *Euseius finlandicus*, *Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans* (Acari, Phytoseiidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 122, p. 497-500, 1998.

SOLOMON, M.E. Control of humidity with potassium hydroxide, sulphuric acid, or other solutions. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 42, p. 543-554, 1952.

WILLIAMS, M.E.C. et al. Phytoseiid mites in protected crops: the effect of humidity and food availability on egg hatch and adult life span of *Iphiseius degenerans*, *Neoseiulus cucumeris*, *N. californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 32, p. 1-13, 2004.

van DINH, N.; SABELIS, M.W.; JANSSEN, A.J. Influence of humidity and water availability on the survival of *Amblyseius idaeus* and *A. anonymus* (Acarina: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 4, p. 27-40, 1988.

**6 EFICIÊNCIA DO ÁCARO PREDADOR *Phytoseiulus fragariae* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) COMO AGENTE DE CONTROLE BIOLÓGICO DE *Tetranychus evansi* E *Tetranychus urticae* (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

Resumo

*Tetranychus evansi* Baker e Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch causam graves danos em Solanaceae, tais como tomate, batata e berinjela, reduzindo a qualidade e o rendimento dessas culturas. Uma alternativa para o controle destes ácaros é o controle biológico por meio de ácaros predadores da família Phytoseiidae. Estudos preliminares em laboratório demonstraram que *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha preda tanto *T. urticae* quanto *T. evansi* em folhas de tomateiro apresentando, entretanto um melhor desenvolvimento quando alimentado da primeira espécie. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de liberações de *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha em populações de *T. evansi* e *T. urticae* em cultivo protegido em Piracicaba, São Paulo. Foram realizados três experimentos liberando 4, 10 e 20 fêmeas do predador em plantas de *Solanum americanum* Mill. infestadas com *T. evansi* ou *T. urticae*. Após as liberações as plantas foram monitoradas durante aproximadamente dois meses, através de avaliações semanais da densidade populacional das pragas, e do predador. Plantas que não receberam liberações do predador foram utilizadas como controle. Em todas as densidades de *P. fragariae* o número de *T. evansi* e *T. urticae* não diferiu entre as plantas onde foram feitas liberações e as plantas controle indicando que o *P. fragariae* não causou nenhuma redução populacional destas pragas.

Palavra-chave: Controle biológico; Phytoseiidae; Tetranychidae; Solanaceae

Abstract

*Tetranychus evansi* Baker and Pritchard and *Tetranychus urticae* Koch causes severe damages in members of the Solanaceae plant family, such as tomato, potato and eggplant, resulting in reduced crop yield and products with lower quality. An alternative to control these mites is biological control with phytoseiid predatory mites. Preliminary laboratory studies demonstrated that the predator *Phytoseiulus fragariae* Denmark and Schicha feed on both *T. evansi* and *T. urticae* on tomato leaves, showing a better performance when fed on the second prey species. The objective of this study was to evaluate the impact of releases of *P. fragariae* in populations of *T. evansi* and *T. urticae* under protected cultivation in Piracicaba, São Paulo. Three experiments were carried out by releasing 4, 10 and 20 females of the predator per plant of *Solanum americanum* Mill. infested with *T. evansi* or *T. urticae*. After releases, the plants were monitored during approximately two months through weekly evaluations of the density population of the phytophagous and predatory mites. Control plants did not receive releases of the predators. For all numbers of *P. fragariae* released the population densities of *T. evansi* or *T. urticae* was not altered compared to the control plants.

Keywords: Biological control; Phytoseiidae; Tetranychidae; Solanaceae

## 6.1 Introdução

*Tetranychus evansi* Baker e Pritchard e *Tetranychus urticae* Koch causam graves danos em Solanaceae, tais como tomate, batata e berinjela, reduzindo a qualidade e o rendimento dessas culturas (JEPPSON; KEIFER; BAKER, 1975). O controle biológico por meio de ácaro predador pode ser uma boa alternativa no combate destas pragas. Ácaros da família Phytoseiidae são os predadores mais abundantes em plantas na maioria dos ecossistemas (MORAES, 2000). Algumas espécies desta família são largamente comercializadas, para uso como agente de controle de tetraniquídeos, em todo mundo (GERSON; SMILEY; OCHOA, 2003). Entre estes a espécie mais comercializada é *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, para o controle de tetraniquídeos em cultivos protegidos e de campo (KOSTIAINEN; HOY, 1996; MORAES, 2002). Outro fitoseídeo deste mesmo gênero, *Phytoseiulus fragariae* Denmark e Schicha, descrito do Brasil, também aparenta ser um agente de controle eficiente de tetraniquídeos, como sugerido por Fraga (1996). Este predador foi coletado pela primeira vez em associação com *T. urticae* em *Fragaria* sp. no Estado de São Paulo, mas a biologia e o potencial desta espécie não são adequadamente conhecidos (DENMARK; SCHICHE, 1983). Estudos preliminares de *P. fragariae* têm demonstrado que este desenvolve-se melhor em *T. urticae* que em *T. evansi* (VASCONCELOS, 2006<sup>1</sup>).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de *P. fragariae* em populações de *T. evansi* e *T. urticae* sob condições de cultivo protegido em Piracicaba, Estado de São Paulo.

## 6.2 Desenvolvimento

### 6.2.1 Material e Métodos

---

<sup>1</sup> Vasconcelos, 2006, p. 21.

A pesquisa foi conduzida em um telado pertencente ao Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) - Universidade de São Paulo, localizado na Fazenda Areão.

As colônias de *T. evansi* e *T. urticae* foram iniciadas com ácaros provenientes das criações que vinham sendo mantidas durante vários anos no Laboratório de Acarologia da ESALQ, sobre plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. e *Canavalia ensiformis* (L.) DC., respectivamente. A colônia de *P. fragariae* foi iniciada com ácaros provenientes de uma criação deste predador estabelecida a aproximadamente 17 meses antes do início do estudo com exemplares coletados em *Solanum americanum* Mill. em Uruguaiana, Estado do Rio Grande do Sul. A colônia do predador foi mantida utilizando uma adaptação do método de McMurtry e Scriven (1965), a  $25,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ,  $88 \pm 7\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 h, usando como alimento diferentes estágios de desenvolvimento de *T. urticae*, oferecidos em folíolos de *C. ensiformis*.

O método usado neste trabalho foi semelhante ao descrito por Furtado (2006), sendo o trabalho repetido 3 vezes. Avaliou-se o efeito do predador concomitantemente sobre cada uma das presas, em um telado de aproximadamente 12 x 50 m, colocando-se as plantas infestadas com cada espécie em cada uma das extremidades do telado, de forma que a distância mínima entre as plantas infestadas por *T. evansi* e por *T. urticae* foi de aproximadamente 10 m. Para cada tetraniquídio, foram estabelecidas seis parcelas contendo cada uma 5 (primeira repetição) ou 8 (segunda e terceira repetição) plantas de *S. americanum*. As plantas foram obtidas em telados, cada uma em um vaso plástico de 2,5 litros de volume, contendo uma mistura de solo e composto orgânico; tinham 30-40 cm de altura no início do estudo. Dentro de cada parcela, a distância entre um vaso e outro foi de aproximadamente 40 cm. A distância mínima entre as parcelas foi de aproximadamente 3 m. No transcorrer do trabalho, as plantas foram irrigadas a cada 2 dias.

Para ambas as espécies de tetraniquídios, as plantas foram infestadas artificialmente logo após a distribuição das plantas em parcelas. No estudo conduzido com *T. evansi*, todas as plantas foram infestadas liberando-se 30 fêmeas adultas por planta, distribuídas em dois grupos de 15 indivíduos colocados em lados opostos da planta. No estudo conduzido com *T. urticae*, todas as plantas foram infestadas liberado-

se 80 fêmeas por planta, distribuídas de forma semelhante à citada para *T. evansi*. Para facilitar a liberação, cada grupo de ácaros a ser liberado em um lado de cada planta foi previamente, no laboratório, transferido para uma folha de *S. americanum*, sendo esta colada em uma folha da planta com o auxílio de pasta de farinha de trigo.

Para cada tetraniquídio, os predadores foram liberados nas plantas de três parcelas, uma semana após a liberação dos fitófagos. O número de predadores liberados em cada repetição variou, de forma que na primeira repetição foram liberadas 4 fêmeas adultas por planta, na segunda 10 e na terceira 20. Esta variação ocorreu em função dos resultados obtidos em cada repetição.

Semanalmente, avaliaram-se os níveis populacionais de cada um dos ácaros encontrados em cada parcela. As avaliações foram feitas semanalmente, iniciando-se uma semana após a liberação dos ácaros fitófagos, durante 8 a 9 semanas. Em cada avaliação, coletou-se aleatoriamente uma folha por planta de cada parcela. As folhas de uma mesma parcela foram colocadas em um saco de papel, sendo este, em seguida, acondicionado em uma caixa isotérmica de poliestireno com gelo para manter o material em baixa temperatura, evitando a fuga dos ácaros durante o transporte ao laboratório. Cada folha foi examinada ao microscópio estereoscópico, contabilizando os ovos, larvas, ninfas e adultos da presa e do predador. Durante o decorrer de cada experimento foram registradas as condições de temperatura e umidade relativa no interior do telado (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 - Valores médios ( $\pm$ DP), mínimos e máximos para temperatura e umidade relativa ao longo das três repetições dos testes

|               | Temperatura (°C) |        |        | Umidade Relativa (%) |        |        |
|---------------|------------------|--------|--------|----------------------|--------|--------|
|               | Média            | Mínima | Máxima | Média                | Mínima | Máxima |
| Repetição I   | 28 $\pm$ 12      | 16     | 49     | 58 $\pm$ 22          | 49     | 99     |
| Repetição II  | 26 $\pm$ 10      | 14     | 42     | 63 $\pm$ 18          | 44     | 99     |
| Repetição III | 24 $\pm$ 9       | 14     | 42     | 48 $\pm$ 24          | 36     | 98     |

Para cada espécie de tetraniquídio, as médias das densidades populacionais nas parcelas em que *P. fragariae* havia sido liberado foram comparadas às médias em que este predador não havia sido liberado, utilizando-se o teste não-paramétrico de

Wilcoxon ( $p \leq 0,05$ ) (HEATH, 1995). Em relação aos tetraniquídeos, uma segunda comparação foi feita, considerando-se os “ácaros.dia” acumulados no transcorrer do trabalho, nas parcelas com e sem a liberação de *P. fragariae*.

## 6.2.2 Resultados

### 6.2.2.1 Repetição I

Na primeira repetição, *P. fragariae* não conseguiu controlar a população de nenhuma das espécies de tetraniquídeos. A população destas presas aumentou de forma semelhantemente, nas plantas com e sem *P. fragariae* (Tabelas 6.2).

O pico populacional de *T. evansi* ocorreu nas duas últimas avaliações e de *T. urticae*, na segunda e terceira avaliação. Considerando-se o número médio de *T. evansi* ou *T. urticae* por folha ao longo desta repetição, o teste de Wilcoxon não mostrou diferença entre as parcelas com e sem *P. fragariae* ( $p \geq 0,7344$ ). Considerando-se o total acumulado (ácaros.dia), a população das presas nas plantas com ou sem *P. fragariae* cresceu de forma semelhante, tanto para *T. evansi* quanto para *T. urticae* (Figura 6.1A e B). O número acumulado de *T. evansi* ao final do estudo foi três vezes maior que o de *T. urticae*, embora, este último tenha sido liberado inicialmente em uma quantidade três vezes maior que o primeiro.

Tabela 6.2 - Número médio de *Tetranychus evansi* e *Tetranychus urticae*/folha (todas as fases) a cada semana na repetição I

| Semanas             | <i>T. evansi</i>        |                         | <i>T. urticae</i>       |                         |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                     | Com <i>P. fragariae</i> | Sem <i>P. fragariae</i> | Com <i>P. fragariae</i> | Sem <i>P. fragariae</i> |
| 1                   | 0                       | 6                       | 66                      | 41                      |
| 2                   | 8                       | 62                      | 136                     | 150                     |
| 3                   | 251                     | 130                     | 117                     | 100                     |
| 4                   | 265                     | 411                     | 65                      | 53                      |
| 5                   | 401                     | 386                     | 68                      | 33                      |
| 6                   | 351                     | 535                     | 18                      | 52                      |
| 7                   | 663                     | 728                     | 21                      | 43                      |
| 8                   | 799                     | 565                     | 9                       | 23                      |
| 9                   | --                      | --                      | 24                      | 33                      |
| Média±DP            | 342±100a                | 353±92a                 | 58±15a                  | 59±14a                  |
| <i>p</i> (Wilcoxon) | 0,9453                  |                         | 0,7344                  |                         |

A densidade populacional de *P. fragariae* nas plantas com *T. evansi* e *T. urticae* foram muito baixas (0,2 e 1,4 predador/folha/avaliação, respectivamente). Uma infestação natural com o predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) ocorreu em plantas infestados com *T. evansi* das parcelas em que *P. fragariae* não havia sido liberado, assim como em plantas infestadas com *T. urticae* de todas as parcelas. Nas parcelas infestadas com *T. evansi* e *T. urticae* em que *P. fragariae* não havia sido liberado, a contaminação foi muito baixa (no máximo 0,4 predador/folha/avaliação); porém, nas parcelas infestadas com *T. urticae* e nas quais *P. fragariae* havia sido liberado, a contaminação foi maior (2,0 predadores/folha/avaliação).

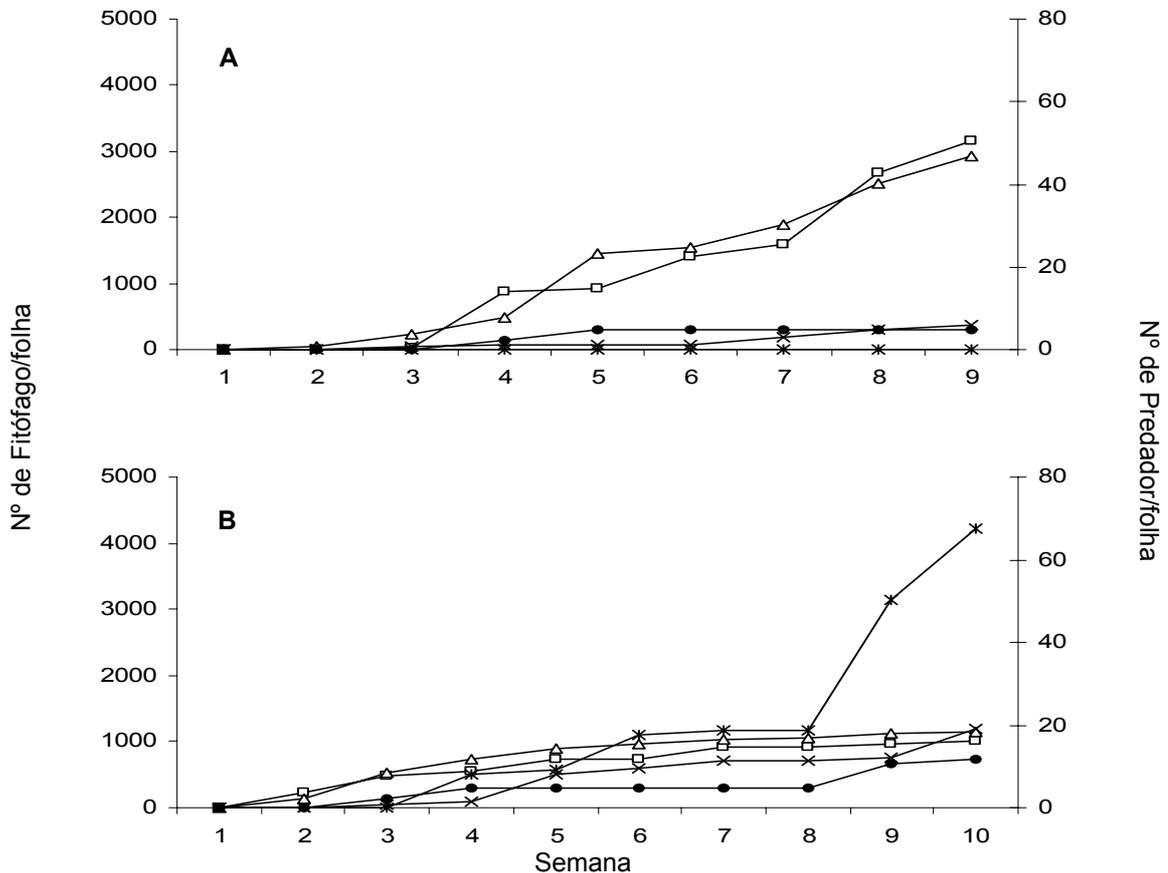


Figura 6.1. Totais acumulados de *Tetranychus evansi* (A) e *Tetranychus urticae* (B) por folha [plantas com *Phytoseiulus fragariae* (□) e plantas sem *P. fragariae* (△)], de *P. fragariae* (×) e de *Neoseiulus californicus* [plantas com *P. fragariae* (×) e plantas sem *P. fragariae* (●)], a cada avaliação.

### 6.2.2.2 Repetição II

Na segunda repetição, em que um maior número de predadores foi liberado por planta, estranhamente, a população de *T. evansi*, foi significativamente maior nas plantas em que foram liberados os predadores [ $p$  (Wilcoxon) = 0,0225] (Tabela 6.3). Já nas plantas infestadas com *T. urticae*, a maior população ocorreu nas parcelas em que o predador não foi liberado [ $p$  (Wilcoxon) = 0,0117] (Tabela 6.3). O pico populacional de *T. evansi* ocorreu nas últimas avaliações, enquanto o pico populacional de *T. urticae* ocorreu na quinta avaliação nas plantas em que *P. fragariae* havia sido liberado, e na primeira avaliação nas plantas em que *P. fragariae* não havia sido liberado.

Tabela 6.3 - Número médio de *Tetranychus evansi* e *Tetranychus urticae*/folha (todas as fases) a cada semana na repetição II

| Semanas        | <i>T. evansi</i>        |                         | <i>T. urticae</i>       |                         |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                | Com <i>P. fragariae</i> | Sem <i>P. fragariae</i> | Com <i>P. fragariae</i> | Sem <i>P. fragariae</i> |
| 1              | 42                      | 9                       | 33                      | 39                      |
| 2              | 42                      | 49                      | 49                      | 36                      |
| 3              | 75                      | 24                      | 55                      | 28                      |
| 4              | 407                     | 133                     | 51                      | 33                      |
| 5              | 491                     | 434                     | 58                      | 16                      |
| 6              | 720                     | 520                     | 41                      | 20                      |
| 7              | 986                     | 759                     | 31                      | 8                       |
| 8              | 1217                    | 324                     | 57                      | 1                       |
| 9              | --                      | --                      | 4                       | 0                       |
| Média±DP       | 498±159a                | 282±97b                 | 42±6a                   | 20±5b                   |
| $p$ (Wilcoxon) | 0,0225                  |                         | 0,0117                  |                         |

Pelo total acumulado, observa-se que, de maneira geral, as populações nos tratamentos com e sem liberação de *P. fragariae*, aumentaram aproximadamente na mesma proporção tanto para *T. evansi* quanto para *T. urticae* (Figuras 6.2A e B). Ao final das avaliações, o total acumulado de *T. evansi* foi aproximadamente oito vezes maior que o de *T. urticae*, embora este último tenha sido liberado em uma quantidade três vezes maior que o primeiro. A densidade populacional de *P. fragariae* foi aproximadamente a mesma tanto nas parcelas infestadas por *T. evansi* quanto naquelas infestadas por *T. urticae* (0,5 predador/folha/avaliação). Houve contaminação por *N. californicus* em todas as parcelas infestadas com *T. evansi* ou *T. urticae*. No

entanto, assim como observado na primeira repetição, a densidade deste predador em plantas infestadas por *T. evansi* foi baixa (menos que 0,1predador/folha/avaliação). Nas plantas infestadas por *T. urticae*, a contaminação foi maior nas parcelas em que *P. fragariae* não havia sido liberado (1,3 predador/folha/avaliação) do que naquelas em que este predador não havia sido liberado (4,0 predadores/folha/avaliação).

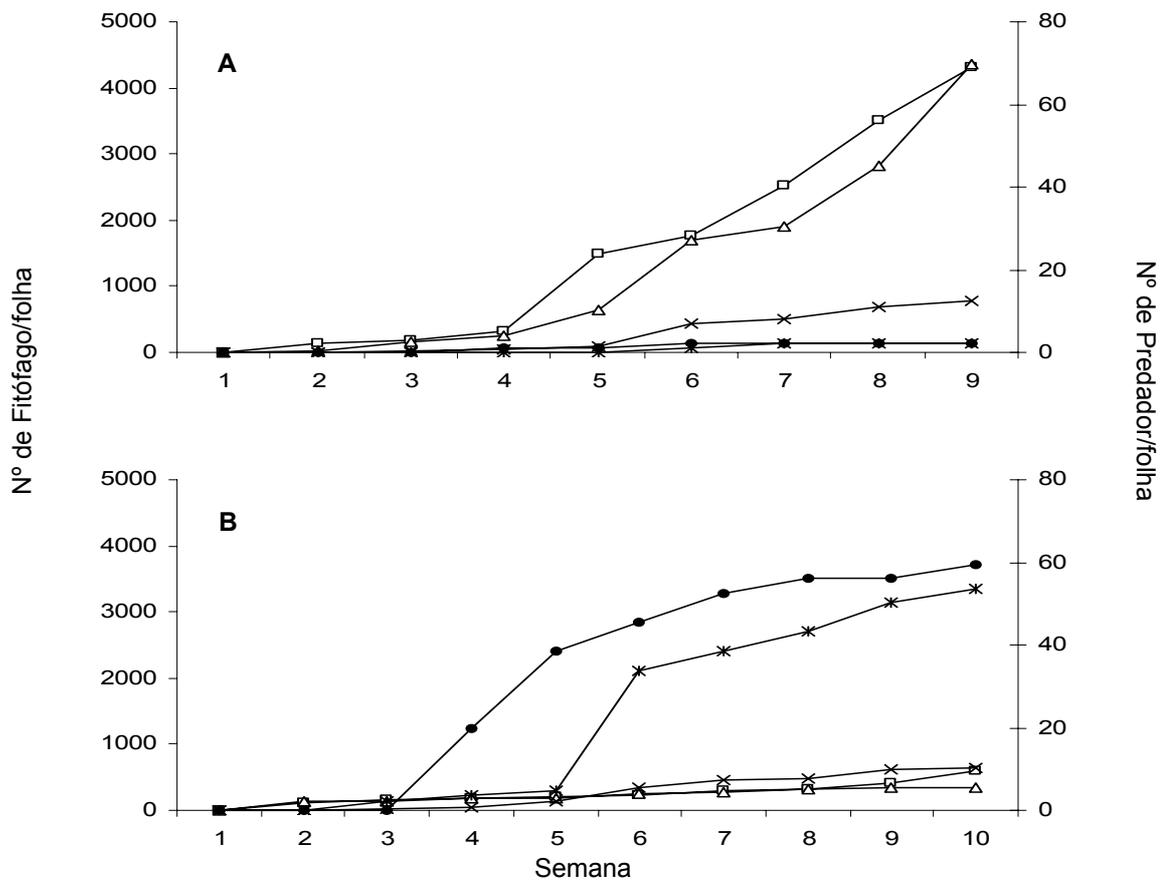


Figura 6.2. Totais acumulados de *Tetranychus evansi* (A) e *Tetranychus urticae* (B) por folha [plantas com *Phytoseiulus fragariae* (--□--) e plantas sem *P. fragariae* (--△--)], de *P. fragariae* (--x--) e de *Neoseiulus californicus* [plantas com *P. fragariae* (--ж--) e plantas sem *P. fragariae* (--●--)], a cada avaliação.

### 6.2.2.3 Repetição III

Na última repetição, em todas as avaliações, as populações de *T. evansi*, *T. urticae* e dos predadores foram mais baixas que nas repetições anteriores. Nas plantas

infestadas com *T. evansi*, não se observou diferença estatística entre os níveis populacionais deste ácaro nas parcelas com e sem liberação de *P. fragariae* [ $p$  (Wilcoxon) = 0,3828] (Tabela 6.4). Nas plantas infestadas com *T. urticae*, ao contrário do que se esperava, a média de ácaros por folha foi maior nas plantas em que o predador foi liberado [ $p$  (Wilcoxon) = 0,0078] (Tabela 6.4).

Tabela 6.4 - Número médio de *Tetranychus evansi* e *Tetranychus urticae*/folha (todas as fases) a cada semana na repetição III

| Semanas        | <i>T. evansi</i>        |                         | <i>T. urticae</i>       |                         |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                | Com <i>P. fragariae</i> | Sem <i>P. fragariae</i> | Com <i>P. fragariae</i> | Sem <i>P. fragariae</i> |
| 1              | 1                       | 2                       | 2                       | 2                       |
| 2              | 6                       | 5                       | 6                       | 6                       |
| 3              | 34                      | 38                      | 10                      | 3                       |
| 4              | 55                      | 128                     | 20                      | 5                       |
| 5              | 62                      | 122                     | 14                      | 3                       |
| 6              | 142                     | 189                     | 63                      | 14                      |
| 7              | 92                      | 78                      | 10                      | 7                       |
| 8              | 87                      | 79                      | 13                      | 5                       |
| Média±DP       | 60±17a                  | 80±23a                  | 17±7a                   | 6±6b                    |
| $p$ (Wilcoxon) | 0,3828                  |                         | 0,0078                  |                         |

O pico populacional das duas presas ocorreu na sexta avaliação tanto nas parcelas com a liberação de *P. fragariae* quanto naquelas sem a liberação deste predador. Ao final das avaliações, o total acumulado de *T. evansi* foi 1,5 vez maior que o de *T. urticae* nas plantas em que *P. fragariae* havia sido liberado, e 8,5 vezes maior naquelas em que *P. fragariae* não havia sido liberados (Figuras 6.3A e B). A densidade populacional de *P. fragariae* foi baixa tanto nas parcelas infestadas com *T. evansi* quanto naquelas infestadas com *T. urticae* (0,1 e 0,8 predador/folha/avaliação, respectivamente). Novamente, houve contaminação de *N. californicus* em todos os tratamentos, porém em baixa densidade populacional (no máximo 0,8 predador/folha/avaliação).

#### 4.2.3 Discussão

A baixa densidade de *P. fragariae* nas plantas infestadas com *T. evansi* já era esperada, uma vez que Vasconcelos (2006<sup>1</sup>) demonstrou em laboratório que a população deste predador aumenta muito pouco quando alimentada com esta presa. Os resultados de Vasconcelos (2006<sup>1</sup>) também sugeriram que *P. fragariae* pudesse ser um bom predador para *T. urticae*, mas este fato não se comprovou no presente trabalho. Assim, os resultados aqui relatados não demonstraram claramente que este predador seja eficiente no controle de *T. evansi* ou de *T. urticae*, em nenhuma das três repetições com quantidades diferentes de predador liberadas por planta.

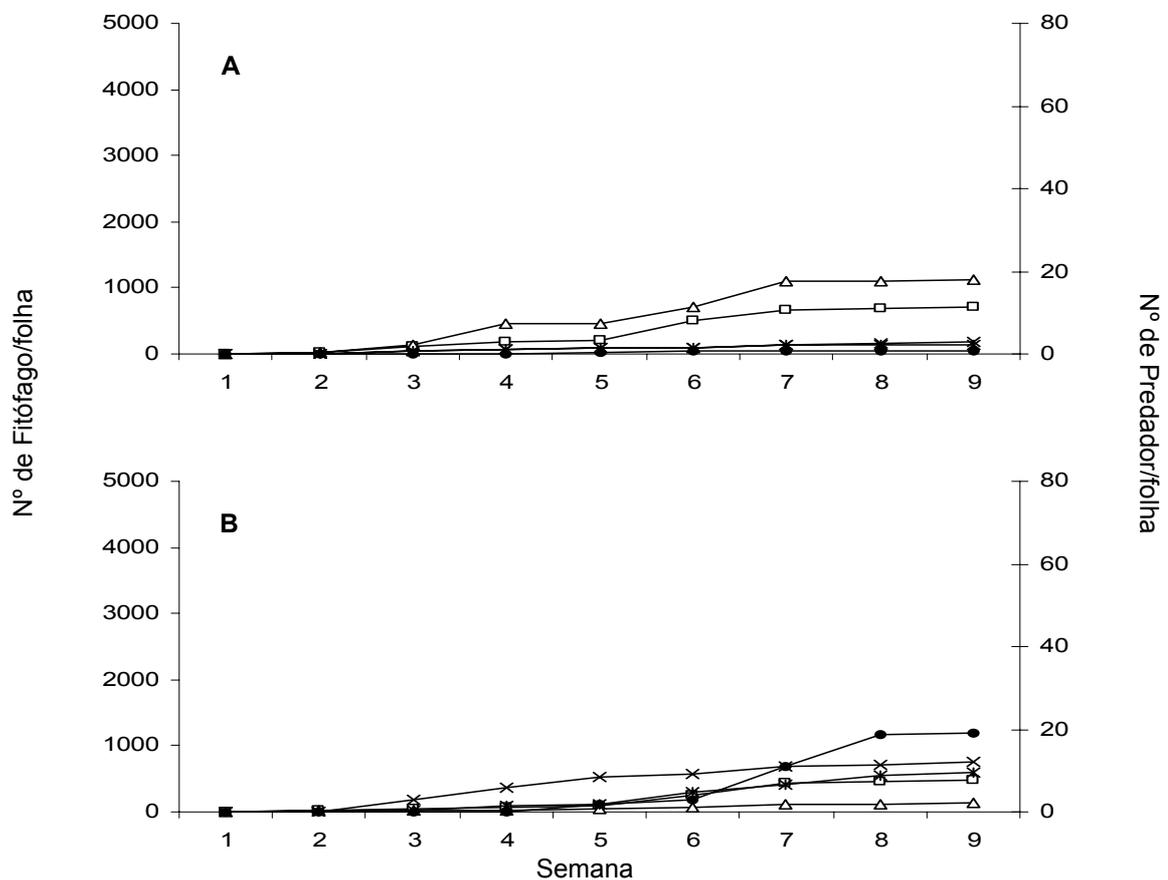


Figura 6.3. Totais acumulados de *Tetranychus evansi* (A) e *Tetranychus urticae* (B) por folha [plantas com *Phytoseiulus fragariae* (--□--) e plantas sem *P. fragariae* (--△--)], de *P. fragariae* (--x--) e de *Neoseiulus californicus* [plantas com *P. fragariae* (--ж--) e plantas sem *P. fragariae* (--●--)], a cada avaliação.

<sup>1</sup> Vasconcelos, 2006, p. 21.

Pelo menos três fatores podem ter sido responsáveis pela aparente ineficiência de *P. fragariae* em controlar *T. urticae* neste trabalho. Em primeiro lugar, é possível que o nível populacional de *T. urticae* tenha sido em média muito baixo para que o efeito daquele predador pudesse ter sido constatado, como sugerido pelo fato das plantas apresentarem sintomas relativamente leves do ataque desta praga ao longo das três repetições. Este fato pode estar ligado à infestação natural das plantas por *N. californicus*, tanto nas plantas infestadas com *P. fragariae* quanto nas plantas não infestadas. Isto é particularmente sugerido na segunda repetição do trabalho, em que o número de *N. californicus* foi muito maior nas plantas em que *P. fragariae* não havia sido liberado. O arranjo das plantas no telado foi feito com o intuito de reduzir ao máximo a dispersão de *P. fragariae* para as plantas que só deveriam ter ácaros fitófagos; entretanto, este arranjo não foi suficiente para impedir a contaminação natural das plantas por outro predador, *N. californicus*.

Em segundo lugar, o desempenho insatisfatório de *P. fragariae* ser devido às condições climáticas no interior do telado em que o trabalho foi realizado. Vasconcelos (2006<sup>1</sup>) observaram que *P. fragariae* desenvolve-se bem quando alimentado com *T. urticae* em temperaturas variando entre 15 e 30°C. No entanto, as temperaturas no local do estudo freqüentemente chegaram a 49°C, temperatura muito maior que o máximo considerado no estudo de Vasconcelos (2006<sup>1</sup>). É possível que as temperaturas reinantes tenham sido muito altas para um bom desempenho do predador. Ainda em relação aos fatores climáticos, a umidade relativa reinante também pode ter sido desfavorável ao predador. Vasconcelos (2006<sup>2</sup>) demonstrou que níveis de umidade abaixo de 50% reduzem a viabilidade dos ovos de *P. fragariae*. Níveis de umidade inferiores a este ocorreram com freqüência ao longo do estudo.

Em terceiro lugar, a aparente ineficiência demonstrada por *P. fragariae* pode estar relacionada ao efeito da planta utilizada no estudo (*S. americanum*). Neste sentido, Moraes e McMurtry (1987) observaram que um outro predador deste mesmo gênero, *P. persimilis*, apresentou uma capacidade muito maior de ingestão de *T. urticae* quando este se desenvolvia em *Phaseolus vulgaris* L. do que quando este se

---

<sup>1</sup> Vasconcelos, 2006, p. 21.

<sup>2</sup> Ibid., p. 61.

desenvolvida em *Solanum dorglasii* Dunal. Roddick (1974) relatou que a qualidade nutricional da presa para o predador pode ser influenciada pela ingestão de metabólitos secundários da folha ou de tricomas glandulares, que poderiam ser tóxicos para o predador.

### 6.3 Conclusão

*P. fragariae* não apresentou bons resultados com agente de controle de *T. evansi* ou *T. urticae* sob telado, em Piracicaba-SP, quando liberado 4, 10 ou 20 fêmeas adultas por planta de *S. americanum*. Os resultados deste estudo, juntamente com os relatados por Vasconcelos (2006<sup>1</sup>), sugerem que, em relação a *T. evansi*, a ineficiência deste predador pode ser devida a uma característica desfavorável intrínseca da presa. Porém, em relação a *T. urticae*, a determinação das razões para a ineficiência deste predador requer estudos adicionais, podendo estar relacionado com o baixo nível populacional de praga, a planta hospedeira ou as condições climáticas do local de realização do estudo.

### Referências

DENMARK, H.A.; SHICHE, E. Revision of the genus *Phytoseiulus* Evans (Acarina: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 9, p. 27-35, 1983.

FRAGA, A.I.A. **Biologia de *Phytoseiulus fragariae* Denmark & Schicha, 1983 (Acari: Phytoseiidae) em morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 1996. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1996.

FURTADO, I.P. **Selection of natural enemies for the biological control of *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae), in Africa**. 2006. 172 p. These (Doctorale en Biologie de l'Evolution et Ecologie) - Ecole Nationale Superieure Agronomique de Montpellier, Montpellier, 2006.

---

<sup>1</sup> Vasconcelos, 2006, p. 21.

GERSON, U.; SMILEY, R.L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control**. Oxford: Blackwell Science, 2003. 539 p.

HEATH, D. **An Introduction to experimental design and statistics for biology**. UCL Press: University College London, 1995. 372 p.

JEPPSON, L.R.; KEIFER H.H.; BAKER E.W. **Mites injurious to economic plants**. Berkeley: University of California Press, 614p. 1975.

KOSTIAINEN, T.; HOY, M.A. **The Phytoseiidae as biological control agents of pest mites and insects: a bibliography [1960-1994]**. Gainesville: University of Florida, 1996. 355 p.

McMURTRY, J.A.; SCRIVEN, G.T. Insectary production of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 58, p. 282-285, 1965.

MORAES, G.J. Controle de qualidade de ácaros Phytoseiidae (Acari) para uso em controle biológico de ácaros pragas. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. cap. 4, p. 57-67.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Physiological effect of the host plant on the suitability of *Tetranychus urticae* as prey for *Phytoseiulus persimilis* [Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae]. **Entomophaga**, Paris, v. 32, p. 35-38, 1987.

RODDICK, J.G. The steroidal glycolalkaloid a-tomatine. **Phytochemistry: Chemistry, Biochemistry, Molecular Biology**, New York, v. 13, p. 9-25, 1974.