



PATRÍCIA DE PÁDUA MARAFELI

**HISTÓRIA DE VIDA DE *Neoseiulus californicus*
(McGREGOR, 1954) TENDO COMO ALIMENTO
Tetranychus urticae KOCH, 1836 (ACARI:
PHYTOSEIIDAE, TETRANYCHIDAE) E PÓLEN
DE MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.)**

**LAVRAS-MG
2011**

PATRÍCIA DE PÁDUA MARAFELI

**HISTÓRIA DE VIDA DE *Neoseiulus californicus* (McGREGOR, 1954)
TENDO COMO ALIMENTO *Tetranychus urticae* KOCH, 1836 (ACARI:
PHYTOSEIIDAE, TETRANYCHIDAE) E PÓLEN DE MAMONEIRA
(*Ricinus communis* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia para a obtenção do título de Mestre.

Orientador
Dr. Paulo Rebelles Reis

**LAVRAS – MG
2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Marafeli, Patrícia de Pádua.

História de vida de *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) tendo como alimento *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) e pólen de mamoneira (*Ricinus communis* L.) / Patrícia de Pádua Marafeli. – Lavras : UFLA, 2011. 76 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.
Orientador: Paulo Rebelles Reis.
Bibliografia.

1. Ácaro rajado. 2. Ácaro predador. 3. Predação. 4. Tabela de vida de fertilidade. 5. Controle biológico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.42

PATRÍCIA DE PÁDUA MARAFELI

**HISTÓRIA DE VIDA DE *Neoseiulus californicus* (McGREGOR, 1954)
TENDO COMO ALIMENTO *Tetranychus urticae* KOCH, 1836 (ACARI:
PHYTOSEIIDAE, TETRANYCHIDAE) E PÓLEN DE MAMONEIRA
(*Ricinus communis* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de fevereiro de 2011.

Dra. Lenira Viana Costa Santa Cecília IMA/EPAMIG

Dr. Geraldo Andrade de Carvalho UFLA

Dr. Paulo Rebelles Reis
Orientador

**LAVRAS – MG
2011**

A pessoa amadurece constantemente no conhecimento, amor e seguimento de Jesus Mestre, aprofunda no mistério de sua pessoa, de seu exemplo e de sua doutrina...(DA 278).

DEDICO a realização deste sonho profissional, a meus pais, Neusa e José Carlos; a meu esposo Rodrigo e a minha tia Cláudia pela força e inspiração!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Entomologia (DEN), pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG/EcoCentro), pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor Dr. Paulo Rebelles Reis, pelo exemplo de dedicação e de profissional. Agradeço a oportunidade, orientação, paciência e amizade.

Ao Dr. Mauricio Sergio Zacarias pela oportunidade, pelo apoio, conselhos e amizade.

Aos professores do Departamento de Entomologia pelos conhecimentos transmitidos.

À Dra., Ester Azevedo Silva da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), pelos conhecimentos transmitidos, exemplo de profissional e amizade.

Aos amigos da EPAMIG/EcoCentro do laboratório de Acarologia, Marçal, Melissa, Giselle, Érika e Alex, pela tolerância e paciência. Agradeço em especial á Érika pela grande ajuda no decorrer deste trabalho e ao bolsista Thiago. A todos vocês obrigada principalmente pela amizade.

Aos pesquisadores e funcionários da EAPMIG/EcoCentro, pelo incentivo e apoio, principalmente Dr. Júlio, Dr. Rogério e Dra. Lenira. Claudinha e Dona Maritza, obrigada pelo apoio e pelos momentos de alegria e descontração.

Aos colegas do curso de mestrado pelos momentos de convivência. Ao colega Roberto pela ajuda e amizade.

Aos amigos Marcelo, Simone, Ana Flávia e Marina, pelo apoio e carinho demonstrados em momentos tão importantes.

À Cida e Kalu pela amizade e pelos momentos de descontração.

Aos meus familiares: tios, tias, primos, primas, afilhada, minha sogra e sogro. Todos vocês moram em meu coração.

A todas as pessoas que, de alguma forma, mesmo não sendo nominalmente lembradas, contribuíram com o desenvolvimento deste trabalho, meu sincero agradecimento.

Muito obrigada!

RESUMO GERAL

A produção de flores e plantas ornamentais por suas características peculiares necessita de um alto controle de pragas e doenças, pois, qualquer sinal de suas presenças deprecia o produto final. Ainda, o fato de não se tratar de alimento, admite o uso maciço de agroquímicos trazendo conseqüências desde intoxicação dos operadores até a contaminação ambiental. Estudos em cultivos protegidos de ornamentais identificaram o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae), como um dos maiores problemas na cultura da roseira (*Rosa* spp.), junto com tripes e afídeos, exigindo o uso de 40 a 50 aplicações de agroquímicos por ano. Ácaros predadores têm sido usados para controle de ácaros-praga cultivos em casa-de-vegetação, e também sob condições experimentais, efetivamente controlando ácaros tetraniquídeos em roseira e outras ornamentais. Assim, o conhecimento da espécie-praga e dos inimigos naturais que ocorrem nos cultivos de ornamentais, auxilia a obtenção de êxito no uso do controle biológico. Foi objetivo deste trabalho estudar a história de vida do ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Phytoseiidae) avaliando o potencial de predação dessa espécie para o uso como agente de controle biológico de *T. urticae* em roseiras. Os estudos foram conduzidos no laboratório de Acarologia da EPAMIG-EcoCentro, no Campus da Universidade Federal de Lavras – UFLA, em Lavras, MG, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase. Foram avaliados os aspectos biológicos, tabela de vida, atividade predatória e respostas funcional e numérica em função da densidade de presa. Quando alimentado com pólen de mamoneira (*Ricinus communis* L.) foi constatada longevidade de 32,94 dias para fêmeas adultas e 40,36 dias para machos. A estimativa da capacidade inata de crescimento da população (r_m) foi 0,17 e a duração média de uma geração (T) foi de 17,2 dias. A população dobrou a cada 4,07 dias. Para a capacidade de predação foram oferecidos 40 *T. urticae*/arena de folha de feijão de porco [*Canavalia ensiforme* (L.) DC.] para um espécime de cada fase de *N. californicus*. As fêmeas adultas foram mais eficientes na predação das formas imaturas, seguidas das ninfas. Para o estudo das respostas funcional e numérica, *T. urticae* foi oferecido nas densidades de 0,14 a 28,2 nas formas imaturas/cm² de arena feitas com discos de folha de feijão de porco. A predação e oviposição de *N. californicus* aumentaram com o aumento da densidade de presa, com uma correlação positiva e altamente significativa. A análise de regressão realizada sugere uma resposta funcional do tipo II.

Palavras-chave: Acarologia Agrícola. Plantas ornamentais. Roseiras. Ácaro-rajado. Controle biológico.

GENERAL ABSTRACT

The production of flowers and ornamental plants owing to its unique characteristics requires a high control of pests and diseases, because any signal of their presences undervalues the final product. Further, the fact of not being a food, admits the use of massive amounts of agrochemicals bringing consequences since the operators' intoxication to the environmental contamination. Studies in protected cultivations of ornamentals have identified the spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae), as one of the major problems in rose growing (*Rosa* spp.), along with both thrips and aphids, requiring the use of 40 to 50 pesticide applications a year. Predatory mites have been used for the control of pest mites in greenhouse cultivations and also under experimental conditions, effectively controlling tetranychidae mites on rose bushes and other ornamentals. So, the knowledge of the pest species and of the natural enemies which occur in ornamental cultivations aids the obtaining of success in the use of biologic control. The objective of this work was investigating the life history of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Phytoseiidae) and evaluating the predation potential of that species for use as a biological control agent of *T. urticae* on rose bushes. The studies were conducted in the EPAMIG-EcoCentro Acarology Laboratory, on the Universidade Federal de Lavras – UFLA campus, in Lavras, MG, at $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ of RH and 14 hours' photophase. The biological aspects, life table, predatory activity and functional and numeric responses in relation to the prey density were evaluated. When supplied with castor oil plant pollen (*Ricinus communis* L.), longevity of 32.94-day was found for adult females and 40.36-days for males. The estimate of the inherent growth capacity of the population (r_m) was 0.17 and the average duration of a generation (T) was of 17.2 days. The population doubled every 4.07 days. To the predation capacity were fed 40 *T. urticae*/arena of jack bean leaf [*Canavalia ensiforme* (L.) DC.] to a specimen in each phase of *N. californicus*. The adult females were more efficient in preying immature forms, followed by the nymphs. For the study of the functional and numeric responses, *T. urticae* was given at the densities of 0.14 to 28.2 in the immature forms/cm² of arena made with jack bean leaf disks. Both the predation and oviposition of *N. californicus* increased with increasing prey density with a positive and highly significant correlation. The regression analysis performed suggests a functional response of the type II.

Key-works: Agricultural Acarology. Ornamental plants. Rose bushes. Spider mite. Biological control.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Porcentagem de predação de <i>Tetranychus urticae</i> em seus diferentes estágios do desenvolvimento, por larva, ninfa e adulto macho e fêmea de <i>Neoseiulus californicus</i> | 42 |
| Figura 2 Número de <i>Tetranychus urticae</i> predados por uma fêmea de <i>Neoseiulus californicus</i> , de acordo com a densidade oferecida..... | 44 |
| Figura 3 Número de ovos postos por uma fêmea de <i>Neoseiulus californicus</i> de acordo com a densidade de <i>Tetranychus urticae</i> | 46 |
| Figura 4 Porcentagem de <i>Tetranychus urticae</i> predados por uma fêmea de <i>Neoseiulus californicus</i> , de acordo com a densidade..... | 47 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 Número de ácaros <i>Tetranychus urticae</i> predados (Média ± EP) em seus diferentes estágios do desenvolvimento por larva, ninfa e adulto (macho e fêmea) do ácaro predador <i>Neoseiulus californicus</i> (n = 40)..... | 43 |
| Tabela 2 Respostas funcional e numérica do ácaro predador <i>Neoseiulus californicus</i> , tendo como presa o ácaro praga <i>Tetranychus urticae</i> em laboratório a 25 ± 2°C, 70 ± 10% de UR e 14 horas de fotofase..... | 45 |
| Tabela 3 Duração em dias dos estágios imaturos de <i>Neoseiulus californicus</i> , a 25 ± 2°C, 70 ± 10% de UR e 14h de fotofase, tendo como alimento pólen de <i>Ricinus communis</i> | 50 |
| Tabela 4 Duração em dias dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, número de ovos postos por dia de <i>Neoseiulus californicus</i> a 25 ± 2°C, 70 ± 10% de UR e 14 h de fotofase, tendo como alimento pólen de <i>Ricinus communis</i> | 50 |
| Tabela 5 Tabela de vida de fertilidade de <i>Neoseiulus californicus</i> , em laboratório a 25°C, 70 ± 10% de UR e 14 horas de fotofase tendo como alimento pólen de <i>Ricinus communis</i> | 53 |
| Tabela 6 Parâmetros de crescimento populacional de <i>Neoseiulus californicus</i> em laboratório a 25°C, 70 ± 10% de UR e 14 horas de fotofase..... | 54 |
| Tabela 7 Produtos fitossanitários testados em fêmeas de <i>Neoseiulus californicus</i> em condições de laboratório..... | 66 |
| Tabela 8 Efeito de acaricidas, inseticidas e fungicidas testados sobre fêmeas adultas de <i>Neoseiulus californicus</i> em condições de laboratório.. | 68 |

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A beleza e o colorido das plantas ornamentais fazem com que sejam desejadas pela maioria das pessoas. No jardim, dentro de casa ou no trabalho, elas tornam o ambiente mais agradável e atraente.

A roseira, *Rosa spp.*, é uma Angiosperma de origem asiática, e sua distribuição pelo mundo ocorreu da Ásia para a Europa e Américas. Desenvolve-se bem no Brasil, sendo cultivada em várias regiões brasileiras (BARBOSA, 2003).

Reconhecido como um ramo de negócio emergente e de alta lucratividade, o comércio de flores está em expansão no Brasil. Prova disso são os números representativos para a economia do País. Anualmente, o mercado interno movimenta R\$ 660 milhões, o atacadista, R\$ 990 milhões e o varejo, R\$ 2,4 bilhões. O destaque comercial do produto foi uma das razões que levou o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) a incentivar a inclusão da produção de flores no Sistema Agropecuário de Produção Integrada (Sapi) (BRASIL, 2010).

O controle de pragas é um dos desafios encontrados no cultivo de flores e plantas ornamentais, sendo inaceitável qualquer injúria causada pela atuação de insetos e outros artrópodes, pois depreciam o produto final (flores e folhagem) que será comercializado (CARVALHO et al., 2009). Por essa razão, muitos agricultores realizam um grande número de pulverizações preventivas, com elevada concentração de princípio ativo, que chega a causar fitotoxicidade e problemas de resistência a várias pragas (BELLINI, 2008).

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae), tem se destacado como um dos principais problemas que afeta o cultivo de rosas

em sistema de cultivo protegido, devido aos sérios danos que ocasiona, e prejuízos advindos da sua ocorrência. Seu controle no Brasil tem sido realizado exclusivamente com o uso de agroquímicos, cujo impacto ambiental, sob certas circunstâncias, pode ser bastante significativo. Em diversos países da Europa e da América do Norte seu controle é realizado através de liberações periódicas de ácaros predadores da família Phytoseiidae (VAN DE VRIE, 1985). Um dos possíveis problemas relacionados à liberação de ácaros predadores, visando ao controle de ácaros-praga, é o risco de eles serem mortos pelos produtos fitossanitários utilizados para o controle de insetos-praga ou doenças de importância agrícola. Neste caso, o emprego de populações de fitoseídeos tolerantes ou resistentes a produtos fitossanitários poderia ser muito interessante nos programas de manejo de ácaros-praga em diversas culturas (HOY, 1985).

A partir do final da década de 1950, os ácaros fitoseídeos passaram a ser extensivamente reconhecidos como eficientes predadores de ácaros fitófagos (MCMURTRY; HUFFAKER; VAN DE VRIE, 1970). Desde então seu emprego no controle de *T. urticae* vem sendo testado em diversos países (VAN DE VRIE, 1985), principalmente em pepino, morango e ornamentais. Trabalhos conduzidos no Brasil, na região de Botucatu, São Paulo, têm demonstrado a potencialidade de se realizar o controle biológico de *T. urticae* em morangueiro (*Fragaria* sp.) com a liberação de predadores (GARCÍA, 1992). Na região sul do Brasil, *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) tem sido criado massalmente e liberado em macieira, visando ao controle de *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) (MONTEIRO, 1994).

Moraes (1991) relatou que ainda que importantes tentativas em controle biológico já tenham sido realizadas, não se pode dizer que sua viabilidade técnica seja adequadamente conhecida em nosso país. Moraes (1992) considerou como promissora a possibilidade de se utilizar ácaros fitoseídeos no controle de ácaros fitófagos.

O ácaro predador *N. californicus* tem comprovada preferência por ácaros fitófagos para sua alimentação, principalmente os pertencentes à família Tetranychidae (MCMURTRY; CROFT, 1997).

Nos Estados Unidos da América do Norte, *N. californicus* tem sido liberado para o controle de tetraniquídeos em uma grande diversidade de culturas, incluindo morango, maçã, hortelã e em mais de cinco espécies de plantas ornamentais (MCMURTRY; CROFT, 1997; STRONG; CROFT 1995). Liberações massais de *N. californicus* reduziram significativamente a população de *T. urticae* em morangueiro no sul da Califórnia, levando ao aumento significativo da produção de frutos de morango (OATMAN et al., 1977).

A diminuição do uso de produtos fitossanitários e a implantação de estratégias de controle biológico podem ser as bases fundamentais de uma alternativa para o manejo ecológico de ácaros fitófagos. O controle biológico tem-se mostrado como uma alternativa viável e econômica, sendo um método de comprovada eficiência. Com este tipo de controle além de não ocorrerem danos ao aplicador e ao meio ambiente, a liberação de inimigos naturais leva menos tempo e não tem necessidade de período de carência entre a aplicação e a colheita. No entanto, para a aplicação e o sucesso de estratégias de controle biológico é fundamental a identificação correta das espécies-praga e predadoras. Considerando que a importância do predador *N. californicus* em roseiras ainda é pouco conhecida no Brasil, este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar parâmetros biológicos do ácaro predador, de forma a contribuir para o seu uso como agente de controle biológico de *T. urticae* em roseiras (*Rosa* spp.), além de testar a seletividade dos principais produtos fitossanitários utilizados no controle de pragas e doenças dessa cultura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico

A importância das flores, frutos e sementes, para a sobrevivência dos seres humanos, aparecem registrados na arte antiga. Em torno de 3000 a.C., tamareiras, cevada e trigo foram entalhados pelos egípcios. Na Grécia, em 1800 a.C., artistas retrataram também figos, açafrão, romã e tremoço. Eles representaram ainda lírios, narcisos e rosas, cultivadas puramente como ornamentais. Conforme as sociedades foram se desenvolvendo, mais tempo e recursos se tornaram disponíveis para o lazer e o bem-estar. Jardins dedicados a plantas ornamentais e flores perfumadas começaram a se multiplicar. Após a chegada dos espanhóis nas Américas, a exploração inicial por ouro e prata deu lugar a expedições dedicadas somente à coleta de plantas, especialmente as ornamentais. Ainda hoje, a jardinagem e o cultivo de flores são considerados como parte essencial das civilizações. Com o surgimento de novas tecnologias, cultivar flores parece manter o vínculo com o passado da humanidade (MAUSETH, 1995).

As rosas estão entre as mais antigas flores cultivadas. Admiradas pela beleza e perfume de suas flores, sempre serviram de inspiração para diversas formas de arte e literatura. A rosa tem sido utilizada através dos tempos e das civilizações como medicamento, alimento e símbolo, representando dinastias, medalhas, condecorações e dinheiro, sempre sem perder seu significado maior de beleza (BARBOSA, 2003).

Existem evidências fósseis indicando que as rosas existem na Terra há mais de 40 milhões de anos (BARASH, 1991), no entanto, análises moleculares do DNA de rosas atuais mostram que elas devam existir a muito mais tempo, há cerca de 200 milhões de anos (FLOWERMONTHCLUB, 2010).

É provável que as rosas tenham sido cultivadas pela primeira vez na China, durante a Dinastia Shen Nung, entre 2737 e 2697 a.C. O cultivo de rosas se tornou popular em 500 a.C., conforme relatado por Confúcio, entre 561 e 479 a.C., que escreveu sobre os jardins de rosas em Pequim (BARASH, 1991; SQUIRE; NEWDIDICK, 1991). São raras as referências sobre a história das rosas no Brasil, mas é sabido que foram trazidas pelos jesuítas entre 1560 e 1570. As primeiras roseiras foram plantadas ao lado da Vila de Piratininga e suas flores eram utilizadas em solenidades religiosas. A partir da criação da Ordem da Rosa, em 1829, através da qual D. Pedro I homenageava os nobres por seus feitos, é que teve início o plantio de roseiras em jardins públicos (PETRY, 2000).

2.2 Produção de rosas no Brasil

No Brasil, o interesse pelo cultivo de flores e plantas ornamentais, começou a ter destaque no início dos anos 70, apresentando como decorrência, uma grande demanda e exigindo estudos e pesquisas envolvendo as várias etapas desse processo (SALVADOR, 2000). Segundo dados da Câmara Federal Setorial de Flores e Plantas Ornamentais, existem cerca de 7,5 mil produtores no país, ocupando um área de produção de 7 mil hectares. A floricultura é uma atividade altamente rentável, gerando um número elevado de empregos fixos, em torno de 15 a 20 pessoas/hectare, resultando em mais de 120 mil empregos diretos no Brasil (SANTOS, 2009).

Segundo Daudt (2002), existem flutuações no ranking mundial das flores de corte mais vendidas, mas a rosa está sempre entre as três mais procuradas. O Brasil é um grande produtor de rosas para corte, atendendo tanto o mercado externo como o interno, com grande potencial para aumento na produção (NOVARO, 2005). Segundo Stumpf et al. (2007), a rosa é a principal

flor de corte produzida no Rio Grande do Sul, sendo que a área atualmente utilizada para a produção de flores de corte é de 10,8 hectares, o que corresponde a 54% da área total ocupada com a produção regional de flores e plantas ornamentais. Deste total, a produção a campo ocupa 6,4 ha, as estufas, 0,8 ha, e os sistemas mistos de cultivo são utilizados em 3,6 ha. Na CEAGESP (Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo), foram comercializados por ano, cerca de cinco milhões de dúzias de rosas (BARBOSA, 2003).

A produção brasileira de flores e outras ornamentais é bastante concentrada no estado de São Paulo (70%), mas tem se expandido para todos os estados brasileiros. Outros 25% da produção estão nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Rio de Janeiro e Paraná. Os 5% restantes são registrados nos novos pólos que estão sendo criados nas regiões Norte, Centro Oeste e Nordeste (especialmente no Ceará), onde os produtores oriundos de Holambra, SP, utilizam as terras para o cultivo de rosas para exportação (BELLINI, 2008).

2.3 Desenvolvimento de novas variedades

A família Rosaceae agrupa 95 gêneros, e tem sido descrita como de difícil definição em virtude da grande diversidade morfológica que exhibe. Conta com aproximadamente 3.000 espécies dispersas por todo o globo terrestre, especialmente no Hemisfério Norte (BARBIERI; STUMPF, 2005).

Com sete a oito espécies comumente usadas na agricultura, o gênero *Rosa* Linnaeus é reconhecido por sua complexidade taxonômica em parte, devida à hibridização, à poliploidia e à apomixia. O número exato de espécies continua sendo motivo de controvérsia, sendo que alguns autores sugerem 150 espécies (BARBIERI; STUMPF, 2005). No mundo, estima-se que haja em

torno de 30 mil variedades de roseiras, obtidas por meio de cruzamentos e retrocruzamentos, porém, apenas 20 mil estão identificadas (BOETTCHER, 1991). Os países que mais investem em pesquisas para a obtenção de novas variedades são: Holanda, Alemanha, Estados Unidos da América do Norte e Colômbia, sendo essas pesquisas financiadas geralmente por empresas privadas (CASARINI, 2000).

2.4 Ácaros em roseiras

- *Tetranychus urticae* Koch, 1836

Os ácaros (Subclasse: Acari; Classe: Arachnida) pertencem ao grupo mais heterogêneo de aracnídeos. A idade dos fósseis mais antigos data de 300 milhões de anos. O grupo apresenta uma enorme diversidade em relação aos hábitos alimentares e habitats. Acredita-se que atualmente existam mais de 50.000 espécies descritas (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Estimativas mais modestas revelam que esse número pode atingir em torno de 500.000 espécies (ADIS, 2002), estimativa relacionada ao grande número de espécies descritas a cada ano. Esses dados mostram que os ácaros representam importantes componentes da biodiversidade (BELLINI, 2008).

Os tetraniquídeos compreendem uma família relativamente grande de ácaros estritamente fitófagos. Tem sido referido na literatura nacional como “ácaros-de-teia” e, na literatura inglesa, como “spider-mites”, dado ao comportamento de produzir teia (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

A espécie *Tetranychus urticae* apresenta coloração esverdeada, exibindo também duas manchas laterais no idiossoma, sendo por isso conhecido como ácaro-rajado, ou “two spotted spider mite” nos países de língua inglesa.

Esse ácaro apresenta dimorfismo sexual acentuado. As fêmeas são maiores que os machos e apresentam o corpo ovalado, enquanto os machos

apresentam o opistossoma mais afilado. Esses machos possuem a característica de esperar a fêmea sair do último estágio ninfal e a ajuda a retirar a exúvia para imediatamente iniciar a cópula, com esta já na fase adulta (FLECHTMANN, 1989).

Em casa-de-vegetação *T.urticae* têm seu ciclo variando em função da temperatura, mas sob condições de tempo quente e seco, pode completar seu ciclo em sete dias. Condições de altas temperaturas e baixa umidade relativa favorecem o desenvolvimento desse ácaro. Ácaros do gênero *Tetranychus* Dufour, ocorrem geralmente na página inferior da folha, onde tecem grande quantidade de teia. Sua dispersão dá-se em massa, auxiliada pelo vento. O ciclo biológico de ovo a adulto tem duração de, aproximadamente, 10 dias. Apresenta facilidade de adaptação e alta capacidade de adquirir resistência a produtos fitossanitários (REIS; SILVA; ZACARIA, 2005).

Segundo Van De Vrie (1985), o ácaro-rajado, se destacou como um dos mais sérios problemas do cultivo de rosas em sistema de cultivo protegido, devido aos danos que ocasionam e prejuízos advindos da sua ocorrência. O ácaro causa severa clorose ao atacar as plantas, pois para se alimentar introduz seu estilete no tecido vegetal e suga o conteúdo celular extravasado. Já foi estimado que esse ácaro perfura de 18 a 22 células por minuto durante sua alimentação. O ácaro danifica as células adjacentes, em um círculo resultando na formação de pequenas manchas irregulares formadas pela integração das manchas primárias. As folhas atacadas podem apresentar um grande distúrbio no equilíbrio hídrico. A transpiração é acelerada, conduzindo à seca e queda prematura das folhas (FLECHTMANN, 1989). O controle do ácaro-rajado em roseiras no Brasil é feito quase que exclusivamente através de aplicações de produtos químicos. A aplicação exagerada desses produtos nestes ambientes pode também trazer problemas de saúde humana e ao próprio meio (VAN DE VRIE, 1985).

Em todo o mundo estão sendo estudadas alternativas que possam contribuir para o controle do ácaro-rajado em cultivo de roseiras, principalmente em estufas. Uma dessas alternativas é o uso de ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae. Segundo Reis, Silva e Zacarias (2005) entre os principais ácaros predadores utilizados em casa-de-vegetação se encontra a espécie *Neoseiulus californicus* McGregor.

- *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954)

Dentre os inimigos naturais de ácaros fitófagos, os ácaros predadores da família Phytoseiidae são os mais importantes (MCMURTRY; HUFFAKER; VAN DE VRIE, 1970). *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) é um fitoseídeo predador, que promove o controle biológico de ácaros tetraniquídeos em várias espécies de plantas cultivadas, como morango, maçã, citrus, feijão, plantas ornamentais, entre outras (MCMURTRY; CROFT, 1997; MORAES; MCMURTRY; DEMARK, 1986). Ocorre nas regiões semitropicais e temperadas da América do Sul, e também nas áreas áridas do sul da Califórnia (EUA) e sul da Europa (MCMURTRY; CROFT, 1997).

Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (1984), a utilização de fitoseídeos resistentes a agroquímicos em programas de controle integrado contribuiu para o aprimoramento do manejo de pragas em todo o mundo, assim como para a redução do número de casos de resistência em tetraniquídeos. Os ácaros predadores, quando abundantes na cultura, podem manter a população de ácaros fitófagos em níveis que não causem prejuízos econômicos, por um longo período após o tratamento químico, exigindo assim um menor número de aplicações, reduzindo a pressão de seleção e conseqüentemente retardando o desenvolvimento da resistência.

O predador *N. californicus* apresenta cinco fases de desenvolvimento: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. A larva possui três pares de pernas, o que a diferencia das demais fases móveis.

2.5 Tabela de vida de fertilidade

A determinação de tabelas de vida auxilia tanto na compreensão da dinâmica populacional de uma espécie como na avaliação do impacto que inimigos naturais podem causar sobre a população de uma determinada praga. O crescimento de uma população é estimado com base em dados de sobrevivência e fertilidade que são sintetizadas em tabelas denominadas tabelas de vida de fertilidade (BELLOWS JUNIOR; VAN DRIESCHE; ELKINTON, 1992).

O estudo da tabela de vida de fertilidade é de grande valia para a compreensão da dinâmica populacional de uma espécie, uma vez que permite uma visão integrada das características biológicas de uma população, sob condições ambientais determinadas (COPPEL; MERTINS, 1977).

As tabelas de vida são confeccionadas para conter dados essenciais de uma população com relação à taxa de mortalidade, à sobrevivência e à esperança de vida da espécie, que são informações de grande valia para a compreensão da dinâmica populacional de uma espécie. Cada espécime, no contexto da tabela de vida de fertilidade, apresenta sua própria velocidade de desenvolvimento, longevidade e fecundidade, sendo tais fatores comumente expressos em termos médios da população (SILVEIRA NETO et al., 1976). Tais tabelas são construídas com base nas seguintes informações: início da fase adulta e longevidade de cada fêmea (dias, semanas), número de ovos colocados/fêmea/dia, proporção de fêmeas na descendência, porcentagem de descendentes (fêmeas) que sobrevivem até a fase adulta, número de fêmeas

vivas a cada dia, desde o início da fase adulta da fêmea mais precoce até a morte da última fêmea (BOSCH; MESSENGER; GUTIERREZ, 1982).

Segundo Andrewartha e Birch (1954), os principais parâmetros associados à tabela de vida de fertilidade são:

- A taxa líquida de reprodução (R_0) (taxa de aumento populacional) – total de descendentes produzidos por fêmea ao longo de sua vida, ou seja, é o número de vezes que uma espécie consegue aumentar de uma geração para outra;

- A taxa intrínseca de aumento (r_m) – é um parâmetro da curva de crescimento da população de fêmeas (suposta exponencial), relacionado com a velocidade de crescimento;

- O intervalo médio entre gerações (MGT ou T) – duração média do período entre o nascimento do espécime de uma geração e da geração seguinte;

- A razão finita de crescimento (λ) – fator de multiplicação da população original a cada intervalo unitário de tempo;

- O tempo que a população leva para duplicar em número (TD).

Bosch, Messenger e Gutierrez (1982) citaram que as taxas de natalidade e mortalidade em populações de insetos são determinadas por várias condições, dentre elas a qualidade do alimento, a temperatura, a umidade e o fotoperíodo. Estes são os fatores principais que normalmente governam as características biológicas de uma população sob condições controladas ou não. Ainda, considera-se não somente a taxa de reprodução, mas também a taxa de sobrevivência e a mortalidade dentro do potencial reprodutivo de uma espécie. Por meio dos valores obtidos de R_0 pode-se determinar se uma população está crescendo, diminuindo ou permanecendo estável, ou seja, valores de R_0 menores que um indicam declínio populacional, porém, valores de R_0 maiores do que um e r_m maiores do que zero indicam acréscimo populacional (BELLOWS JUNIOR; VAN DRIESCHE; ELKINTON, 1992).

O principal parâmetro para o controle biológico de pragas relacionado à tabela de vida de fertilidade é designado como a taxa intrínseca de aumento (r_m) (PEDIGO; ZEISS, 1996). Essa taxa é definida como a capacidade inata de aumento obtida por uma população de distribuição de idade fixa, em qualquer combinação dos fatores físicos do tempo, em condições ótimas de espaço, alimentação e sem a influência de outros fatores, ou seja, a expressão do potencial biótico de uma população. Porém, o seu valor não será o mesmo para clima e fontes de alimento diferentes (ANDREWARTHA; BIRCH, 1954).

Quando se deseja avaliar um inimigo natural visando utilizá-lo em liberações para a manutenção da densidade populacional do inseto-praga a um nível no qual não esteja causando prejuízos, deve-se atentar para o fato de que o mesmo será um bom agente de controle biológico se sua capacidade intrínseca de aumento for, pelo menos, semelhante à da praga (LENTEREN, 2000).

REFERÊNCIAS

ADIS, J. Taxonomical classification and biodiversity. In: _____. (Ed.). **Amazonian arachnida and myriapoda**. Sofia: Pensoft, 2002. chap. 3, p. 13-15.

ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. The innate capacity for increase in numbers. In: _____. (Ed.). **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago, 1954. chap. 3, p. 31-54.

BARASH, C. W. **Roses: an illustrated identifier and guide to cultivation**. New Jersey: Chartwell Books, 1991. 128 p.

BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Origem, evolução e história das rosas cultivadas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n. 3, p. 267-271, jul./set. 2005.

BARBOSA, J. G. **Produção comercial de rosas**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2003. 200 p.

BELLINI, M. R. **Manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae) em plantas ornamentais**. 2008. 141 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BELLOWS JUNIOR, T. S.; VAN DRIESCHE, R. G.; ELKINTON, J. S. Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 37, p. 587-614, Jan.1992.

BOETTCHER, A. **Rosas: sítios & jardins**. São Paulo: Europa, 1991. 87 p.

BOSCH, R. van den; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ, A. P. Life table analysis in population ecology. In: _____. (Ed.). **An introduction to biological control**. New York: Plenum Press, 1982. chap. 7, p. 95-116.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mapa incentiva produção integrada de flores**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/pubacs_cons/ap_detalhe_noticia_cons_web?p_id_publicacao=12506>>. Acesso em: 26 jun. 2010.

CARVALHO, L. M. et al. Pragas na floricultura: identificação e controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 36-46, mar./abr. 2009.

CASARINI, E. **Manejo da irrigação na cultura da roseira cultivada em ambiente protegido**. 2000. 66 p. Tese (Doutorado em Irrigação) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

COPPEL, H. C.; MERTINS, J. W. **Biological insect pest suppression**. New York: Springer-Verlag, 1977. 314 p.

DAUDT, R. H. S. **Censo da produção de flores e plantas ornamentais no RS na virada do milênio**. 2002. 107 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 189 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides: method for phytoseiid predatory mites. **FAO Plant Protection Bulletin**, Roma, v. 32, p. 25-27, 1984.

FLOWERMONTHCLUB. **Origem, evolução e história das rosas cultivadas**. Disponível em: <<http://flowermonthclub.com/newsletters/vol3no8>>. Acesso em: 13 jan. 2010.

GARCÍA, I. P. **Estudos com *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1905) (Acari: Phytoseiidae) para o manejo de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) na cultura de morangueiro (*Fragaria* spp.).** 1992. 64 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 1992.

HOY, M. A. Recent advances in genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 30, p. 345-370, Jan. 1985.

LENTEREN, J. C. van. Critérios de seleção de inimigos naturais a serem usados em programas de controle biológico. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade.** Lavras: UFLA, 2000. cap. 17, p. 1-19.

MAUSETH, J. D. **Botany: an introduction to plant biology.** Philadelphia: Saunders College, 1995. 794 p.

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, n. 1, p. 291-321, Jan. 1997.

MCMURTRY, J. A.; HUFFAKER, C. B.; VAN DE VRIE, M. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review: I tetranychid enemies: their biological characters and the impact of spray practices. **Hilgardia**, Berkeley, v. 40, n. 11, p. 331-390, 1970.

MONTEIRO, L. B. Manejo integrado de *Panonychus ulmi* em macieira. Primeiras experiências com a introdução de *Neoseiulus californicus*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 16, n. 1, p. 46-53, abr. 1994.

MORAES, G. J. de. Controle biológico dos ácaros fitófagos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 167, p. 55-62, jul./ago. 1991.

MORAES, G. J. de; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia:** acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 288 p.

MORAES, G. J. de; MCMURTRY, J. A.; DENMARK, H. A. **A catalog of the mite family Phytoseiidae:** references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 353 p.

MORAES, G. J. de. Perspectivas para o uso de predadores no controle de ácaros fitófagos no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 263-270, jan. 1992.

NOVARO, N. Breeders rights and Brazilian roses. **FloraCulture International**, Heiloo, v. 15, n. 4, p. 32, Jan. 2005.

OATMANN, E. R. et al. Effect of releases of *Amblyseius californicus* on the twospotted spider mite on strawberry in southern California. **Journal Economic of Entomology**, Lanham, v. 70, n. 1, p. 638-640, Feb. 1977.

PEDIGO, L. P.; ZEISS, R. M. Constructing life table for insect populations. In: _____. (Ed.). **Analyses in insect ecology and management**. Ames: Iowa State University, 1996. p. 75-105.

PETRY, C. **Plantas ornamentais:** aspectos para a produção. Passo Fundo: Editora Universitária, 2000. 155 p.

REIS, P. R.; SILVA, E. A. da; ZACARIAS, M. S. Controle biológico de ácaros em cultivos protegidos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 58-67, mar./abr. 2005.

SALVADOR, E. D. **Caracterização física e formulação de substratos para o cultivo de algumas ornamentais**. 2000. 148 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SANTOS, A. **Floricultura**: produção de flores de corte temperada. Salvador: SEBRAE Bahia, 2009. 40 p.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419 p.

SQUIRE, D.; NEWDIDICK, J. **The book of the rose**. New York: Crescent Books, 1991. 160 p.

STRONG, W. B.; CROFT, B. A. Inoculative release of phytoseiid mites into the rapidly expanding canopy of hop for control of *Tetranychus urticae* Koch. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 24, n. 2, p. 446-453, Apr. 1995.

STUMPF, E. R. T. et al. **Floricultura e cultivo comercial de flores de corte no Rio Grande do Sul Meridional**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2007. 26 p. (Documentos, 201).

VAN DE VRIE, M. Control of Tetranychidae in crops freenhouse ornamentals. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (Ed.). **Spider mites**: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1985. v. 1B, chap. 6, p. 273-283.

CAPÍTULO 2

História de vida de *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae), tendo como alimentos *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) e pólen de mamoneira (*Ricinus communis* L.)

RESUMO

O ácaro predador, *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) é um dos principais agentes de controle biológico de ácaros tetraniquídeos em vários continentes, promovendo um eficiente controle destes ácaros em várias culturas alimentícias e ornamentais. O Brasil é um grande produtor de rosas (*Rosa* spp.) para corte, atendendo tanto o mercado externo como o interno, com grande potencial para aumento na produção. Foi objetivo do trabalho estudar a história de vida do ácaro predador *N. californicus* como contribuição ao seu uso como agente de controle biológico de *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) em roseiras. Os estudos foram conduzidos no laboratório de Acarologia do Centro de Pesquisa em Manejo Ecológico de Pragas e Doenças de Plantas – EcoCentro, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, no Campus da Universidade Federal de Lavras – UFLA, em Lavras, MG, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase. Foram avaliados os aspectos biológicos, tabela de vida, atividade predatória e respostas funcional e numérica em função da densidade de presa. Quando alimentado com pólen de mamoneira (*Ricinus communis* L.) foi constatada longevidade de 32,94 dias para fêmeas adultas e 40,36 dias para machos. A estimativa da capacidade inata de crescimento da população (r_m) foi 0,17 e a duração média de uma geração (T) foi 17,2 dias. A população dobrou a cada 4,07 dias. Para a capacidade de predação foram oferecidos 40 ácaros *T. urticae*/arena de folha de feijão de porco [*Canavalia ensiforme* (L.) DC.] (3 cm de diâmetro) separadamente para um espécime de cada fase de *N. californicus*. Quanto à capacidade de predação, as fêmeas adultas foram mais eficientes na predação das formas imaturas, seguidas das ninfas. Para o estudo das respostas funcional e numérica, *T. urticae* foi oferecido nas densidades de 0,14 a 28,2 nas formas imaturas/cm² de arena feitas com discos de folha de feijão de porco, por serem preferidas para predação. A predação e oviposição de *N. californicus* aumentaram com o aumento da densidade de presa, com uma correlação positiva e altamente significativa. A análise de regressão realizada sugere uma resposta funcional do tipo II, no qual ocorre um aumento no número de presas atacadas

assintoticamente com o aumento da densidade de presas oferecidas até atingir um ponto onde a taxa de predação permanece constante.

Palavras-chave: Ácaro predador. Ácaro-rajado. Tabela de vida de fertilidade. Predação.

ABSTRACT

The predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) is one of the main biological control agents of Tetranychidae mites on several continents, providing an efficient control of these mites in various ornamental and food crops. Brazil is a great producer of roses (*Rosa* spp.) for cut, meeting both abroad and home market and with a great potential to increase in production. The aim of this work was investigating the life history of the mite *N. californicus* as a contribution to its use as a biological control agent for *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) on rose bushes (*Rosa* spp.). The studies were conducted in the Acarology Laboratory of Centro de Pesquisa em Manejo Ecológico de Pragas e Doenças de Plantas – EcoCentro of Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG on the Universidade Federal de Lavras – UFLA campus in Lavras, MG, at the temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH and 14 hours' photophase. The biological aspects, life table, predatory table and functional and numeric response relative to the prey density were evaluated. When fed castor plant pollen (*Ricinus communis* L.), longevity of 32.94 day for adult females and of 40.36 days for males was found. The estimate of the inherent growth capacity of the population (r_m) was of 0.17 and the average duration of a generation (T) was of 17.2 days. The population doubled every 4.07 days. To evaluate the predatory capacity, 40 mites *T. urticae*/arena of jack bean leaf [*Canavalia ensiforme* (L.) DC.] (3 cm in diameter) were supplied separately to a specimen of each phase of *N. californicus*. As to the predatory capacity, the adult females were most efficient in preying immature forms followed of the nymphs. For the study of the functional and numeric responses, *T. urticae* was given at the densities of 0.14 to 28.2 in the immature forms/cm² of arenas done with jack bean leaf disks, for being preferred for predation. Both the predation and oviposition of *N. californicus* increased with increasing prey density, with a positive and highly significant correlation. The regression analysis conducted suggests a functional response of the type II, in which occurs an increase in the number of preys attacked asymptotically with the increase of the density of supplied preys till they reached a point where the predatory rate remains steady.

Palavras-chave: Predatory mite. Spider-mite. Fertility life table. Predation.

1 INTRODUÇÃO

A floricultura movimenta mundialmente, na fase de produção, algo em torno de US\$ 16 bilhões, valor que atinge cerca de US\$ 48 bilhões junto ao consumidor final. Considerado como um mercado emergente e de elevada lucratividade, esse comércio está em crescente expansão, fato também observado no Brasil. Enquanto o mercado produtor interno movimenta anualmente R\$ 660 milhões, o mercado atacadista gira R\$ 990 milhões, chegando a R\$ 2,4 bilhões no varejo (MARTINS, 2009).

Segundo Daudt (2002), embora existam flutuações no *ranking* mundial das flores de corte mais vendidas, a rosa (*Rosa* spp.) sempre se posiciona entre as três mais procuradas. O Brasil é um grande produtor de rosas para corte, atendendo tanto o mercado externo como o interno, com grande potencial para aumento na produção (NOVARO, 2005).

De acordo com Landgraf e Paiva (2009), a produção de flores de corte no estado de Minas Gerais, é uma atividade realizada por 188 produtores, numa área plantada de aproximadamente 290,6836 ha. As principais espécies cultivadas no estado são rosas (151,5710 ha), sempre-vivas (57,26 ha), copo-de-leite (16,0255 ha), cravo (12,6290 ha) e helicônia (11,7600 ha). A produção é vendida para o todo o Brasil e também exportada para países da Europa, Ásia e América do Norte. Os principais produtos exportados são: rosas de corte, orquídeas de corte e sempre-vivas.

Na região Central, onde está localizada a cidade de Barbacena, encontram-se 26 produtores de rosas, o que corresponde a 50% dos produtores do estado, seguido da região Sul onde estão 30,8% dos produtores (16 no total) com destaque para as cidades de Andradas e Munhoz. A rosa exige para o cultivo clima ameno, e temperatura variando de 18°C a 25°C (BARBOSA et al.,

2005), característico das áreas montanhosas das regiões Sul e Central de Minas Gerais (LANDGRAF; PAIVA, 2009).

No cultivo de roseiras em casa-de-vegetação ocorrem várias pragas, entre elas, o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae), tem-se destacado como praga-chave em sistema de cultivo protegido. É um dos ácaros de maior importância econômica em todo o mundo, atacando um grande número de culturas, como o algodoeiro, morangueiro, roseira, tomateiro, feijoeiro, soja, pessegueiro entre outras (KARLIK; GOODELL; OSTEEEN, 1995).

O controle de *T. urticae* em cultivo de roseiras no Brasil é feito quase que exclusivamente através de aplicações de produtos químicos, cujo impacto ambiental pode ser bastante significativo. O uso freqüente de acaricidas tem induzido o aparecimento de ácaros resistentes em diferentes culturas, em diversas localidades em todo o mundo (SATO et al., 1994). Tendo em vista a necessidade de um controle eficiente, menos oneroso, e que favoreça a saúde dos cultivadores de rosas, bem como maior preservação ambiental, torna-se necessário o estudo de um manejo desta cultura quanto à incidência de pragas, principalmente do ácaro-rajado (*T. urticae*), e do controle biológico desta praga com ácaros predadores, considerando experiências de sucesso que têm ocorrido em todo o mundo.

Em casa-de-vegetação o ácaro *T. urticae* tem seu ciclo variando grandemente em função da temperatura, mas sob condições de tempo quente e seco, pode completar seu ciclo em 7 dias. Condições de alta temperatura e baixa umidade relativa favorecem o desenvolvimento deste ácaro. O ciclo biológico de ovo a adulto tem duração de, aproximadamente, 10 dias, apresenta facilidade de adaptação e alta capacidade em adquirir resistência aos produtos fitossanitários (REIS; SILVA; ZACARIAS, 2005). Já foi estimado que este ácaro perfura 18 a 22 células por minuto durante a sua alimentação, danificando as células

adjacentes, em um círculo, resultando na formação de pequenas manchas irregulares, formadas pela integração das manchas primárias. Nas folhas atacadas ocorre um grande distúrbio no equilíbrio hídrico. A transpiração é acelerada, conduzindo à seca, e queda prematura das folhas (FLECHTMANN, 1989). Como a cultura de flores é valorizada pela qualidade estética, o nível de dano econômico é muito baixo; um número relativamente pequeno de espécimes já é o suficiente para causar sintomas e desvalorização do produto (VAN DE VRIE, 1985).

Os ácaros predadores são um dos principais agentes no controle biológico de ácaros fitófagos na cultura da roseira, bem como em outras ornamentais e hortícolas, produzidas em casas-de-vegetação. Esses ácaros se destacam como um importante grupo de inimigos naturais de ácaros-praga, e também, encontra condições favoráveis em cultivos protegidos, o que possibilita o seu uso em controle biológico. Entre os principais ácaros predadores utilizados em casa-de-vegetação se encontra a espécie *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Phytoseiidae) (REIS; SILVA; ZACARIAS, 2005).

Os ácaros fitoseídeos são objetos de muitos estudos taxonômicos, biológicos e ecológicos por serem principalmente predadores e de grande importância no controle de ácaros fitófagos, sobretudo da família Tetranychidae (FLECHTMANN, 1975).

No Brasil, trabalhos conduzidos em Jaguariúna, São Paulo, têm demonstrado a eficiência de predadores fitoseídeos nativos no controle do ácaro-rajado em moranguinho (*Fragaria* sp.) (WATANABE et al., 1994).

Monteiro (1994) desenvolveu trabalhos que evidenciaram a eficiência deste acarino como predador, em plantas de maçã na região Sul. Embora *N. californicus* consuma poucos ácaros tetraniquídeos por dia, funciona como um estabilizador, porque pode sobreviver melhor em baixas densidades populacionais da presa, e é resistente a produtos químicos. Os fitoseídeos que se

alimentam de uma grande variedade de alimentos são hábeis para persistir a baixas densidades de tetraniquídeos.

É necessário o estudo permanente de manejos de pragas que ocorrem em sistema de cultivo protegido, a fim de garantir um controle eficiente, econômico, e ecologicamente sustentável.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar parâmetros biológicos do ácaro predador *N. californicus* como contribuição ao seu uso como agente de controle biológico de *T. urticae* em roseiras.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Acarologia do Centro de Pesquisa em Manejo Ecológico de Pragas e Doenças de Plantas – EcoCentro, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, no Campus da Universidade Federal de Lavras – UFLA, em Lavras, MG, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase.

2.1 Criação de manutenção dos ácaros

A criação de *N. californicus* foi iniciada com a coleta dos ácaros em folhas de feijão-de-porco [*Canavalia ensiformes* (L.) DC.] livres da aplicação de defensivos, localizadas na casa-de-vegetação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Sul de Minas Gerais, campus Inconfidentes. Os ácaros foram identificados a partir de confecção de lâminas microscópicas. Após a confirmação da espécie, os ácaros foram mantidos em arenas de plástico PVC de 3 cm de diâmetro, flutuando em água destilada, em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, conforme a metodologia de Reis e Alves (1997). Os predadores foram alimentados com pólen de mamoneira (*Ricinus communis* L.) e *T. urticae*.

A criação de *T. urticae* foi iniciada com a coleta dos ácaros em folhas de roseiras (*Rosa alba* L.) livres da aplicação de defensivos, localizadas na casa-de-vegetação da Fazenda Experimental da EPAMIG em Lavras, MG. Após a confirmação da espécie através da confecção de lâminas microscópicas, os ácaros foram criados em plantas de feijão-de-porco em casa-de-vegetação, sendo o processo de criação adaptado daquele proposto por McMurtry e Scriven (1965).

2.2 Potencial de predação de *N. californicus* sobre as diferentes fases do desenvolvimento de *T. urticae*

O potencial de predação do ácaro predador *N. californicus* foi avaliado por meio de bioensaios em arenas de 3 cm de diâmetro, confeccionadas com folhas de plantas de feijão-de-porco, em número de cinco flutuando em água destilada em placas de Petri de 15 cm de diâmetro por 2 cm de profundidade. Cada arena continha um orifício central para a passagem de um alfinete preso pela cabeça por cola de silicone no fundo da placa, o que permitiu que as arenas ficassem equidistantes, sem se tocarem ou tocarem na parede da placa, e se movimentassem para cima e para baixo de acordo com o nível da água. A água na qual flutuaram as arenas serviu também de barreira física à fuga dos ácaros (REIS; CHIAVEGATO; ALVES, 1998).

Foram estudadas as combinações possíveis entre cada fase de desenvolvimento do ácaro predador *N. californicus* (larva, ninfa e adulto fêmea e macho) e cada fase do desenvolvimento da presa *T. urticae* (ovo, larva ninfa e adulto). Para cada espécime do predador, foram realizados quatro bioensaios, um para cada fase do desenvolvimento de *T. urticae*, com delineamento inteiramente ao acaso, e quatro tratamentos que foram as combinações possíveis das fases do predador. Em cada arena foram fornecidos, para cada fase do predador, 40 ácaros-praga provenientes da criação estoque, com 10 repetições.

As avaliações foram feitas após 24 horas, a partir do fornecimento das presas para o predador em cada arena. Foram contabilizados o número de presas vivas, predadas, parcialmente predadas, mortas naturalmente e mortas na água. Os valores obtidos foram submetidos a análise de variância (ANAVA), com os dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ e a médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância, as quais foram empregadas no cálculo de eficiência (E%) de predação, segundo Abbott (1925).

2.3 Respostas funcional e numérica de *N. californicus* a diferentes densidades da presa *T. urticae*

Fêmeas adultas de *N. californicus* foram confinadas durante oito dias em arenas de 3 cm de diâmetro confeccionadas de plástico PVC, flutuando em água destilada em placas de Petri de 15 cm de diâmetro e 2 cm de profundidade. Em cada placa de Petri, foram colocadas cinco arenas com um orifício central para a passagem de um alfinete preso pela cabeça, colados no fundo da placa, o que permitiu que as arenas ficassem equidistante uma das outras, como descrito no item anterior. Fases imaturas de *T. urticae* foram oferecidas nas seguintes densidades 0,14; 0,28; 0,70; 1,4; 2,8; 4,2; 4,9 (com sete repetições), 6,3 (com quatro repetições), 7,7 (com três repetições), 9,8; 14,1; 17,6 e 28,2/cm² (com duas repetições). Larvas e ninfas da presa foram utilizadas devido à preferência dos fitoseídeos por formas imaturas da presa para predação (GRAVENA et al., 1994; REIS; TEODORO; PEDRO NETO, 2000).

O número de presas consumidas (resposta funcional) e o número de ovos colocados pelo predador (resposta numérica), foram avaliados a cada 24 horas, durante 8 dias. O número de presas fornecidas foi mantido constante durante os 8 dias e, para isso, foi feita a reposição diária das presas que foram predadas ou que morreram naturalmente ou na água, igual ao número inicial. Diariamente foram retirados os restos das presas e dos ovos não predados.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão.

2.4 Aspectos biológicos e tabela de vida de fertilidade de *N. californicus* tendo como alimento pólen de mamoneira (*Ricinus communis* L.)

Todas as características biológicas foram obtidas com pólen de mamoneira como alimento, por ser *N. californicus* um ácaro generalista, que

além de predador, se alimenta de outras fontes, entre elas o pólen, o que facilitou o estudo que apresentou longo tempo de duração.

As arenas confeccionadas com folhas de plantas de feijão-de-porco, que serviam de alimento para *T. urticae*, tinham curta durabilidade, tornando necessária a substituição em pouco tempo. Com isso, o ácaro predador, sofria um “stress” e morria na água, tornando inviável a utilização desse tipo de arena para o estudo. Devido a este fato foram utilizadas arenas de 3 cm de diâmetro, confeccionadas com lâmina plástica flexível de cor preta de PVC, flutuando em placas de Petri de 15 cm de diâmetro por 2 cm de profundidade como descrito nos itens anteriores e pólen de mamoneira como alimento.

Para a observação do período embrionário, ovos do predador com menos de 12 horas de idade foram individualizados e mantidos em discos confeccionados com plásticos PVC flutuando em água destilada, totalizando 5 arenas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, totalizando 20 placas. Os ovos foram observados diariamente as 8 e 16 horas para determinar o momento da eclosão da larva. Foram observados 100 ovos do predador.

No desenvolvimento pós-embrionário, as observações das formas imaturas foram realizadas duas vezes ao dia, as 8 e 16 horas. Após a eclosão das larvas foram observadas a duração em dias de cada fase do desenvolvimento (larva, protoninfa, deutoninfa) e a duração do período ovo-adulto. Foram utilizados 100 espécimes para avaliação do período imaturo do predador. Na fase adulta foi feita uma observação ao dia em horário fixo, em casais formados com fêmeas no estágio de deutoninfa. Os machos que morreram foram substituídos por outros.

Para o cálculo da tabela de vida de fertilidade cada casal foi confinado em discos de plástico PVC de 3 cm de diâmetro, flutuando em água destilada, totalizando 5 arenas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, totalizando 20 placas. A partir da formação dos casais foram observados os períodos de pré-

oviposição, oviposição, pós-oviposição e a longevidade da fêmea e do macho, de acordo com a metodologia utilizada por Reis et al. (2007) no estudo da história de vida de *Amblyseius herbicolus* (CHANT, 1959) (Phytoseiidae).

Fêmeas do ácaro predador, ainda no estágio de deutoninfa e sobreviventes do estudo do desenvolvimento pós-embrionário, foram estudadas individualmente em discos de plástico PVC de 3 cm de diâmetro, flutuando em água destilada, em placas de Petri de 15 cm de diâmetro. Cada fêmea do predador, juntamente com o macho, foi avaliada a cada 24 horas, com a retirada dos ovos e o fornecimento de pólen de mamoneira como alimento.

Para confecção da tabela de vida foi utilizada a metodologia de Andrewartha e Birch (1954¹ citado por SILVEIRA NETO et al., 1976). A partir dos valores obtidos como o intervalo de idades (X), fertilidade específica (MX) e probabilidade de sobrevivência (LX) foram calculadas a taxa líquida de reprodução (R_0), o intervalo de tempo de cada geração (T), a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m), a razão finita de aumento (λ) e o tempo necessário para que a população duplicasse em número (TD), que, segundo Tanigoshi et al. (1975), é igual a $\ln 2 / r_m$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Potencial de predação de *N. californicus* sobre as diferentes fases do desenvolvimento de *T. urticae*

De acordo com os resultados obtidos, todas as fases de *N. californicus* tiveram preferência na predação pelas fases imaturas de *T. urticae*. As fêmeas

¹ ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. The innate capacity for increase in numbers. In: _____. (Ed.). **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago, 1954. p. 31-54.

adultas foram as mais eficientes predando 86,3%, seguidas pelos machos adultos que consumiram 54,8%, as ninfas com 46,8% e as larvas com 24,8% de predação da fase de larva de *T. urticae*, respectivamente (FIGURA 1 e TABELA 1).

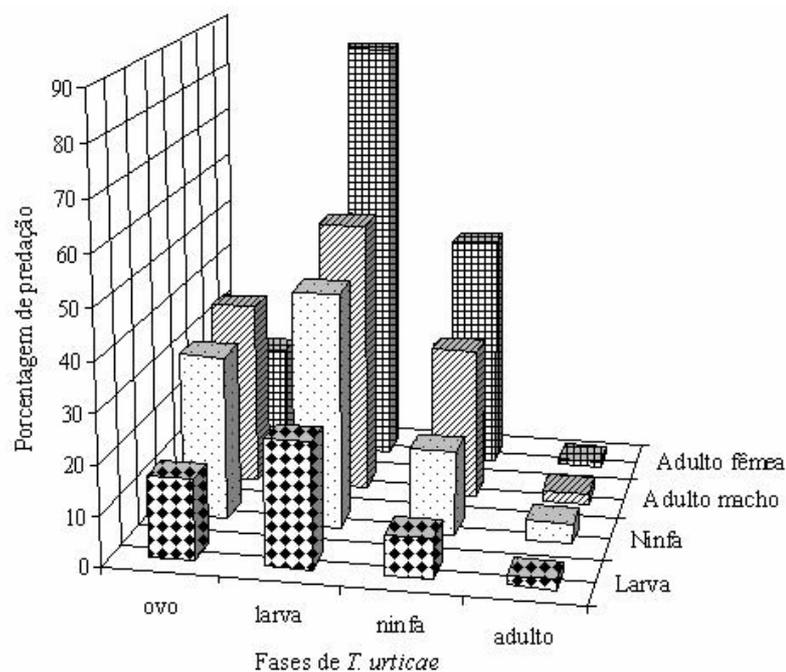


Figura 1 Porcentagem de predação de *Tetranychus urticae* em seus diferentes estágios do desenvolvimento, por larva, ninfa e adulto macho e fêmea de *Neoseiulus californicus*

Resultado semelhante foi observado por Forero et al. (2008) em estudos com esse ácaro em cultivo de rosas em Sabana de Bogotá, que também relataram maior consumo de larvas e ninfas contatando-se, dessa forma, a preferência do predador por imaturos móveis do ácaro fitófago.

Tabela 1 Número de ácaros *Tetranychus urticae* predados (Média \pm EP) em seus diferentes estágios do desenvolvimento por larva, ninfa e adulto (macho e fêmea) do ácaro predador *Neoseiulus californicus* (n = 40)

| Tratamento (Fases do Predador) | Número de <i>Tetranychus urticae</i> por fase do desenvolvimento ¹ | | | |
|-----------------------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Ovo | Larva | Ninfa | Adulto |
| Adulto (Macho) | 14,6 \pm 0,90 a | 21,9 \pm 2,93 b | 12,1 \pm 2,06 b | 0,9 \pm 0,23 ab |
| Adulto (Fêmea) | 8,2 \pm 0,91 b | 34,2 \pm 1,54 a | 18,7 \pm 2,22 a | 0,5 \pm 0,22 b |
| Larva | 6,2 \pm 0,64 b | 9,9 \pm 1,92 c | 3,0 \pm 0,49 c | 0,8 \pm 0,29 ab |
| Ninfa | 13,1 \pm 1,98 a | 18,7 \pm 2,67 b | 6,6 \pm 0,92 c | 1,4 \pm 0,37 a |
| CV (%) | 23,65 | 29,44 | 37,30 | 35,31 |

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey (P \leq 0,05)

Segundo Shipp e Whitfield (1991), a eficiência de predação das fêmeas pode ser em decorrência de um maior gasto de energia na oviposição, necessitando, dessa forma, de um maior consumo de presas em relação às demais fases.

Cedola, Sanches e Lijestrom (2001) avaliaram a predação do predador *N. californicus* nos estágios de protoninfa e deutoninfa e observaram que estes estágios imaturos têm um menor nível de consumo em comparação com as fêmeas adultas.

No consumo de adultos, todas as fases de *N. californicus* tiveram menor preferência em relação às demais fases oferecidas de *T. urticae*, sendo de 1,25% para fêmeas adultas, 2,25% para machos adultos, de 2% e 3,5% para larvas e ninfas, respectivamente (FIGURA 1).

As larvas foram menos eficientes na predação, talvez pelo seu tamanho reduzido e pela curta duração dessa fase (REIS; ALVES, 1997; REIS; CHIAVEGATO; ALVES, 1998). Alguns autores relataram que algumas espécies da família Phytoseiidae não se alimentam na fase de larva (CHANT, 1959; MA; LAING, 1973; MORAES; MCMUTRY, 1981; PUTMAN, 1962), no entanto, no presente trabalho as larvas se alimentaram, sendo o mesmo

observado por Franco et al. (2007), Gravena et al. (1994), Reis, Teodoro e Pedro Neto (2000), Teodoro, Reis e Franco (2001).

3.2 Respostas funcional e numérica de *N. californicus* a diferentes densidades da presa *T. urticae*

Verificou-se que tanto a resposta funcional quanto a numérica de *N. californicus* aumentaram em função do aumento da densidade da presa, apresentando uma correlação positiva e significativa, com coeficiente de determinação igual a 0,94 e 0,83 respectivamente (FIGURAS 2 e 3), com 100% de predação nas densidades 0,14 a 1,4 *T. urticae/cm²* (TABELA 2), e oviposição máxima de 1,54 ovos/dia na densidade 6,3 presas/cm² (TABELA 2).

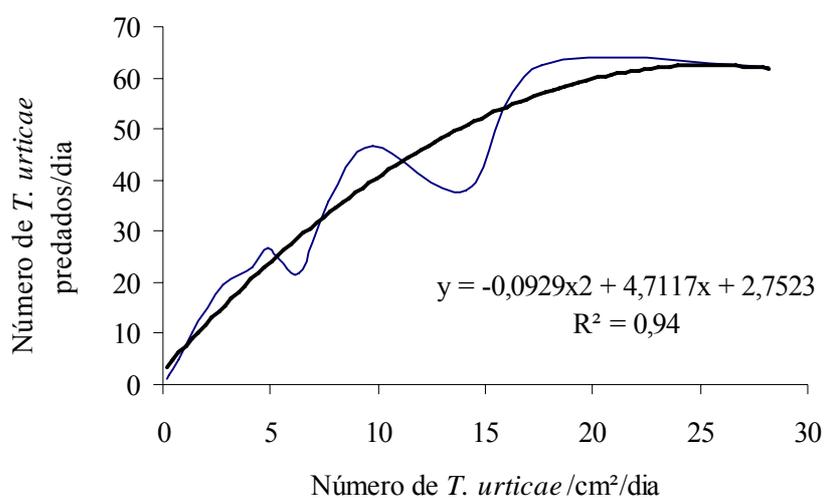


Figura 2 Número de *Tetranychus urticae* predados por uma fêmea de *Neoseiulus californicus* por dia, de acordo com a densidade oferecida

Tabela 2 Respostas funcional e numérica do ácaro predador *Neoseiulus californicus*, tendo como presa o ácaro praga *Tetranychus urticae* em laboratório a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase

| Densidade de presas | | Média | | Amplitude | | Predação (%) |
|---------------------|---------------------|------------------------|--------------------|-----------|-------|--------------|
| Por arena 3 cm Ø | Por cm ² | Ácaros predados/dia | Ovos postos/dia | Presas | Ovos | |
| 1 | 0,14 | 1 | 0,04 | 0 – 1 | 0 – 1 | 100 |
| 2 | 0,28 | 2 | 0,09 | 1 – 2 | 0 – 1 | 100 |
| 5 | 0,7 | 5 | 0,09 | 1 – 5 | 0 – 2 | 100 |
| 10 | 1,4 | 10 | 0,45 | 1 – 10 | 0 – 2 | 100 |
| 20 | 2,8 | 19,45 | 0,86 | 17 – 20 | 0 – 2 | 97,23 |
| 30 | 4,2 | 23,09 | 1,16 | 16 – 30 | 0 – 3 | 76,96 |
| 35 | 4,9 | 26,73 | 0,97 | 13 – 35 | 0 – 3 | 70,34 |
| 45 | 6,3 | 21,72 | 1,54 | 14 – 45 | 0 – 3 | 48,26 |
| 55 | 7,7 | 35,83 | 1,25 | 21 – 55 | 0 – 4 | 65,15 |
| 70 | 9,8 | 46,68 | 0,88 | 39 – 63 | 0 – 3 | 66,70 |
| 100 | 14,1 | 38,19 | 0,69 | 27 – 52 | 0 – 3 | 38,19 |
| 125 | 17,6 | 62,43 | 0,94 | 50 – 80 | 1 – 2 | 49,95 |
| 200 | 28,2 | 61,94 | 1,13 | 52 – 69 | 1 – 2 | 30,97 |

Embora tenha aumentado o número de *T. urticae* mortos, com o aumento da densidade de ácaros oferecida, a porcentagem de predação diminuiu (TABELA 2 e FIGURA 4). Na densidade 14,1 a porcentagem de predação diminuiu para menos de 50%, sugerindo que tal fato deve ser resultado da sua saciedade, ou ter havido interferência em sua capacidade de predação, em função do aumento das densidades da presa conforme relatado por Mori e Chant (1966), Sandness e Mcmurtry (1970), o que sugere que *N. californicus* será mais eficiente em densidades de até 10 presas/cm² (TABELA 2).

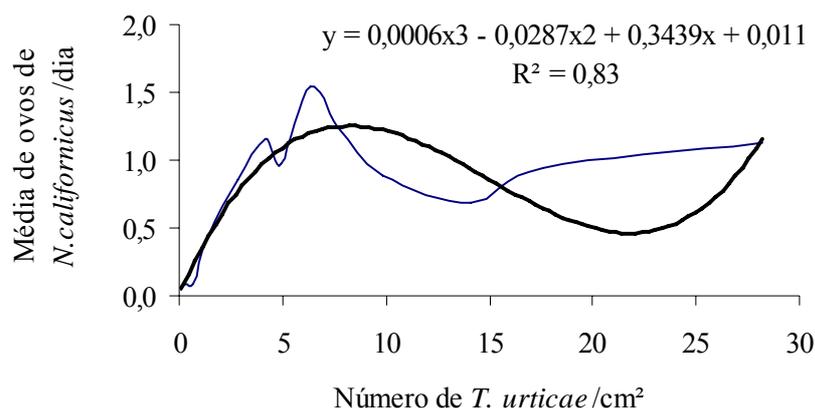


Figura 3 Número de ovos postos por uma fêmea de *Neoseiulus californicus* por dia, de acordo com a densidade de *Tetranychus urticae* oferecida

Koehler (1999) relatou que modelos predador-presa, em geral, suportam a observação de que o controle de ácaros por predação é muito eficiente, particularmente, em baixas densidades de presa, e os ácaros da família Phytoseiidae, importante família de ácaros predadores, inclui-se nessa observação e que pertence à espécie *N. californicus* utilizada neste estudo.

Blumel, Walzer e Hausdorf (2002) verificaram que a liberação de 51 *N. californicus*/m² em cultivos de rosas em casa-de-vegetação, não foi o suficiente para controlar uma população de 10,2 *T. urticae*/folha. Porém, em uma infestação de 23,9 *T. urticae*/folha foi controlada com a liberação de 24 *N. californicus* e 26 *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, 1957 (Acari: Phytoseiidae)/m². Shausberger e Walzer (2001) liberaram *N. californicus*, *P. persimilis* e *N. californicus* + *P. persimilis* em cultivo de gérbera (*Gerbera* spp., Asteraceae), em casa-de-vegetação. Ainda Shausberger e Walzer (2001) verificaram que os dois ácaros, isoladamente, conseguiram abaixar a população de *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, 1867) (Acari: Tetranychidae) a zero.

Quando liberados em conjunto, houve competição intraespecífica e interespecífica entre os ácaros generalistas e os especialistas. A população de *N. californicus* conseguiu crescer e diminuir de forma gradual na cultura.

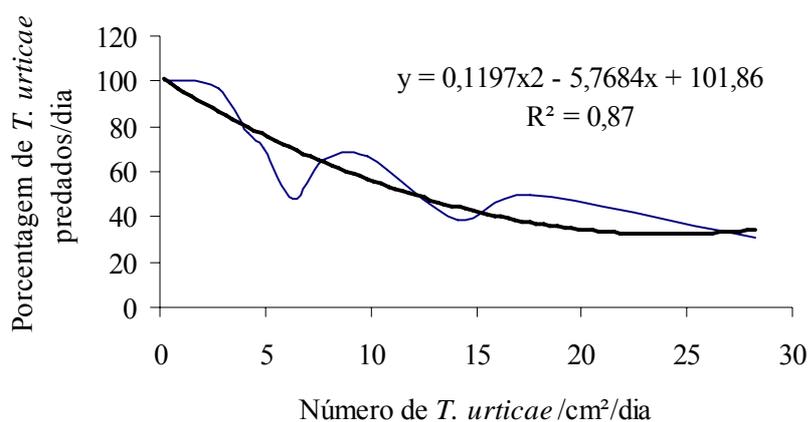


Figura 4 Porcentagem de *Tetranychus urticae* predados por uma fêmea de *Neoseiulus californicus* por dia, de acordo com a densidade oferecida

Blumel, Walzer e Hausdorf (2002) concluíram que *N. californicus* é considerado um excelente predador para o controle de ácaros em roseiras e hortaliças, sobrevivendo, também, por longos períodos sem a presença de presas, podendo também sobreviver do consumo de pólen e outras presas alternativas.

Alguns trabalhos têm demonstrado que o controle de *T. urticae* em cultivo de roseiras através de liberações de *N. californicus* é mais eficiente quando a infestação inicial da praga é relativamente baixa (BELLINI, 2008).

Provavelmente isso ocorre porque *N. californicus* é um predador generalista cujas respostas funcional e numérica são mais baixas que a dos predadores especialistas (CROFT; MONETTI; PRATT, 1998; FRIESE; GILSTRAP, 1982; GILSTRAP; FRIESE, 1985). Uma das vantagens de *N. californicus* é a sua permanência na área de cultivo mesmo na ausência de *T.*

urticae. Esta característica pode ser muito importante em programas de manejo de pragas, pois sua versatilidade quanto ao consumo diversificado de alimentos poderá contribuir para sua permanência no cultivo por um período mais prolongado de ausência de *T. urticae*.

Pela análise de regressão, infere-se uma resposta funcional do tipo II, na qual o número de presas atacadas por uma fêmea do predador aumenta assintoticamente com o aumento do número de presas oferecidas, e desacelera gradualmente até atingir um ponto em que a taxa de predação se torna mais ou menos constante independente da densidade da presa, resposta que segundo Hassel (1978) é supostamente típica de artrópodes predadores. Resultado semelhante foi encontrado por Forero et al. (2008) com o mesmo ácaro predando *T. urticae*. Bellini (2008) verificou em estudos de controle biológico em roseiras com *N. californicus*, que existe uma relação de dependência de densidade entre o predador (*N. californicus*) e a presa (*T. urticae*), sendo observado que o predador respondeu aos altos níveis da praga aumentando rapidamente sua densidade, o que foi seguido pela queda da população da praga, que por sua vez foi seguida da queda da população do predador. Aliado ao fato do ácaro predador *N. californicus* mostrar-se eficiente em baixas densidades de *T. urticae* evidenciando ser um importante inimigo natural da praga, esse predador deve ser preservado e, se possível, ter sua população aumentada mediante um manejo integrado e agroecológico.

3.3 Aspectos biológicos e tabela de vida de fertilidade de *N. californicus* tendo como alimento pólen de mamoneira (*R. communis*)

3.3.1 Aspectos biológicos de *N. californicus*

A duração média da fase de ovo foi de 2,16 e 2,06 dias para fêmeas e machos, respectivamente (TABELA 3). As fases pós-embrionárias tiveram

durações, respectivamente para fêmeas e machos, de 0,97 e 0,98 dias para larva; 0,94 e 0,96 dias para protoninfa; 1,58 e 1,68 dias para deutoninfa.

O desenvolvimento de ovo a adulto foi de 5,61 dias para fêmeas e 5,66 dias para machos. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Castagnoli e Simoni (1999), os quais estudaram o tempo de desenvolvimento das fases de *N. californicus* em três temperaturas, sendo que na temperatura de 25°C, a mesma utilizada nesta pesquisa, as fases de ovo e larva foram próximas das obtidas no presente trabalho, sendo de 2,2 e 0,8 dias, respectivamente.

Vasconcelos (2006), na mesma temperatura de 25°C, observou um tempo de desenvolvimento de 1,8 e 0,6 para ovos e larvas desse predador quando alimentados com *T. urticae* e Canlas et al. (2006) constataram 1,42 e 0,77 dias para ovos e larvas de machos do predador e 1,6 e 0,78 dias para ovos e larvas de fêmeas, resultados também muito próximos do obtido no presente trabalho, tendo pólen de mamoneira como alimento.

Os estágios de deutoninfa e protoninfa apresentaram menores durações ou próximas às obtidas por Vasconcelos (2006) e Canlas et al. (2006).

Os períodos médios de pré-oviposição e pós-oviposição foram 3,83 e 10,58 dias, respectivamente (TABELA 4).

O período de oviposição foi de 19,16 dias com fecundidade total de 39,22 ovos/fêmea (TABELA 4). De acordo com os resultados obtidos por Vasconcelos (2006) e Canlas et al. (2006), o período de pré-oviposição, quando o ácaro *N. californicus* se alimenta de *T. urticae* é menor do que quando ele se alimenta de pólen de mamoneira, sendo de 1,7 e 1,68 dias encontrados pelos autores, respectivamente.

Tabela 3 Duração em dias dos estágios imaturos de *Neoseiulus californicus*, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 h de fotofase, tendo como alimento pólen de *Ricinus communis*

| Fases do desenvolvimento | Sexo | n | Duração \pm EP (Dias) |
|--------------------------|-------|----|-------------------------|
| ovo | Fêmea | 36 | $2,16 \pm 0,06$ |
| | Macho | 64 | $2,06 \pm 0,03$ |
| Larva | Fêmea | 36 | $0,97 \pm 0,02$ |
| | Macho | 64 | $0,98 \pm 0,02$ |
| Protoninfa | Fêmea | 36 | $0,94 \pm 0,03$ |
| | Macho | 64 | $0,96 \pm 0,03$ |
| Deutoninfa | Fêmea | 36 | $1,58 \pm 0,07$ |
| | Macho | 64 | $1,68 \pm 0,05$ |
| Ovo-Adulto | Fêmea | 36 | $5,61 \pm 0,09$ |
| | Macho | 64 | $5,66 \pm 0,07$ |
| Longevidade | Fêmea | 36 | $32,94 \pm 0,43$ |
| | Macho | 64 | $40,36 \pm 0,33$ |
| Razão sexual | 0,36 | | |

n = Número de ácaros estudados

Tabela 4 Duração em dias dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, número de ovos postos por dia por *Neoseiulus californicus* a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 h de fotofase, tendo como alimento pólen *Ricinus communis*

| Características | Fêmea | |
|-----------------------|-------|------------------|
| | n | Média \pm EP |
| Pré-oviposição | 36 | $3,83 \pm 0,24$ |
| Oviposição | 36 | $19,16 \pm 0,52$ |
| Pós-oviposição | 36 | $10,58 \pm 0,35$ |
| Nº. de ovos/Fêmea | 36 | $39,22 \pm 0,63$ |
| Nº. de ovos/Fêmea/Dia | 36 | $2,03 \pm 0,05$ |

n = Número de ácaros estudados

O período de oviposição apresentou o mesmo tempo de duração encontrados por Vasconcelos (2006) e o de pós – oviposição foi semelhante ao encontrado por Canlas et al. (2006). Rahmani, Fathipour e Kamali (2009) estudaram a história de vida de *N. californicus* tendo como presa *Thrips tabaci* (Lindeman, 1888) (Thysanoptera: Thripidae) e registraram 3,54 dias referentes à pré-oviposição, 22 dias para a oviposição e 3,91 dias para a pós-oviposição, sendo que o período oviposição indicado se aproxima ao encontrado por este trabalho. O período de pós-oviposição, no entanto, foi relativamente menor do

que aqueles obtidos com pólen de mamoneira e *T. urticae* neste trabalho. A fecundidade foi igual ou maior do que nos estudos desses autores, o que sugere, para uma criação massal de *N. californicus*, que a dieta com pólen de mamoneira é uma alternativa viável, pois o tempo de desenvolvimento bem como o número de ovos não variam muito quando o mesmo ácaro teve como alimento *T. urticae*.

A longevidade das fêmeas foi de 32,94 dias e dos machos 40,36 dias e a razão sexual foi de 0,36 (TABELA 3). As fêmeas ovipositaram 2,03 ovos por dia. Bellini (2008) estudou o desenvolvimento de *Neoseiulus barkeri* Hughes, 1948 (Acari:Phytoseiidae) sendo oferecidos como alimentos *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) (Acari: Eriophyidae), *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae), *T. urticae* e pólen de taboa, *Typha angustifolia* L. (Typhaceae). O autor não observou diferenças estatísticas quando comparados os resultados das dietas com *T. urticae* e pólen. Os resultados com os outros alimentos não foram satisfatórios para o desenvolvimento do predador.

3.3.2 Tabela de vida de fertilidade de *N. californicus*

A partir da tabela de vida de fertilidade (TABELA 5) verificou-se que a estimativa da capacidade inata de crescimento da população do predador (r_m) foi 0,17 fêmea/fêmea/dia. Resultados semelhantes foram observados em trabalhos de outros autores (BELLINI, 2008; CANLAS et al., 2006; VASCONCELOS, 2006).

Em estudos da biologia de *N. californicus* alimentado com pólen de azinheira, *Quercus ilex* L. (Fagaceae), Preverieri, Simoni e Liguori (2006) obtiveram um valor para taxa intrínseca de crescimento populacional significativamente alto ($r_m = 0,28$), sugerindo que o pólen daquela planta possa ser utilizado satisfatoriamente para criações de *N. californicus*.

A duração de uma geração (T) foi de 17,2 dias, a taxa líquida de reprodução (R_0) foi 18,7 fêmeas e a razão finita de aumento (λ) de 1,2 fêmeas/dia (TABELA 6). A duração de uma geração e a razão finita de aumento, foram semelhantes aos valores encontrados por Canlas et al. (2006) com o predador alimentando-se da presa *T. urticae*, não havendo diferenças significativas quando comparadas com o tipo de alimento oferecido para o ácaro predador *N. californicus*. A população é estimada a dobrar (TD) a cada 4,07 dias (TABELA 6). Rahmani, Fathipour e Kamali (2009) verificaram que a razão finita de aumento foi menor quando *N. californicus* alimentou-se de *T. tabaci*, quando comparado com as dietas *T. urticae* e pólen de mamoneira, sendo encontrado o valor de $\lambda = 0,04$. Sabe-se que quanto maior for a razão finita de aumento, maior será o crescimento diário da população. Contudo, as condições de laboratório são consideradas ideais para a reprodução e desenvolvimento do ácaro. Em casa-de-vegetação e principalmente em campo, é de se esperar que o predador esteja sujeito a diversos fatores ecológicos que podem alterar sua capacidade reprodutiva e de desenvolvimento.

Tabela 5 Tabela de vida de fertilidade de *Neoseiulus californicus*, em laboratório a 25°C, 70 ± 10% de UR e 14 horas de fotofase, tendo como alimento pólen de *Ricinus communis*

| x^1 | Mx^2 | Lx^3 | $Mx.Lx$ | $Mx.Lx.x$ |
|----------|--------|--------|---------|-----------|
| 9,5 | 1 | 1,08 | 1,08 | 10,26 |
| 10,5 | 1 | 0,83 | 0,83 | 8,72 |
| 11,5 | 1 | 0,75 | 0,75 | 8,63 |
| 12,5 | 1 | 0,83 | 0,83 | 10,38 |
| 13,5 | 1 | 0,93 | 0,93 | 12,56 |
| 14,5 | 1 | 0,87 | 0,87 | 12,62 |
| 15,5 | 1 | 0,7 | 0,7 | 10,85 |
| 16,5 | 1 | 0,78 | 0,78 | 12,87 |
| 17,5 | 1 | 0,81 | 0,81 | 14,18 |
| 18,5 | 1 | 0,86 | 0,86 | 15,91 |
| 19,5 | 1 | 0,82 | 0,82 | 15,99 |
| 20,5 | 1 | 0,75 | 0,75 | 15,38 |
| 21,5 | 1 | 0,72 | 0,72 | 15,48 |
| 22,5 | 1 | 0,69 | 0,69 | 15,53 |
| 23,5 | 1 | 0,7 | 0,7 | 16,45 |
| 24,5 | 1 | 0,74 | 0,74 | 18,13 |
| 25,5 | 0,99 | 0,69 | 0,68 | 17,42 |
| 26,5 | 0,99 | 0,66 | 0,65 | 17,32 |
| 27,5 | 0,99 | 0,65 | 0,64 | 17,7 |
| 28,5 | 0,99 | 0,58 | 0,57 | 16,36 |
| 28,5 | 0,99 | 0,58 | 0,57 | 16,36 |
| 30,5 | 0,95 | 0,47 | 0,45 | 13,62 |
| 31,5 | 0,9 | 0,46 | 0,41 | 13,04 |
| 32,5 | 0,86 | 0,51 | 0,44 | 14,25 |
| 33,5 | 0,75 | 0,45 | 0,34 | 11,31 |
| 34,5 | 0,7 | 0,45 | 0,32 | 10,87 |
| 35,5 | 0,67 | 0,72 | 0,48 | 17,13 |
| 36,5 | 0,66 | 0,36 | 0,24 | 8,67 |
| 37,5 | 0,62 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | - | - | 18,66 | 387,94 |

¹Intervalo de idades, ²Fertilidade específica, ³Probabilidade de sobrevivência

Tabela 6 Parâmetros de crescimento populacional de *Neoseiulus californicus* em laboratório a 25°C, 70 ± 10% de UR e 14 horas de fotofase

| Ro (Fêmeas) | rm (Fêmea/Fêmea/Dia) | λ (Fêmea/Dia) | T (Dias) | TD (Dias) |
|----------------|-------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| 18,7 | 0,17 | 1,2 | 17,2 | 4,07 |

4 CONCLUSÃO

Os resultados do estudo indicaram que *N. californicus* apresentou características biológicas semelhantes à de outros ácaros predadores da mesma família criados em laboratório, e já em uso em controle biológico, sendo, portanto, um ácaro que tem potencial para uso semelhante, com a vantagem de poder ser criado com pólen de mamoneira como alimento.

Este ácaro desenvolveu-se bem no clima da região sul de Minas Gerais, cuja temperatura média fica em torno dos 25 °C.

As arenas confeccionadas com folhas de plantas de feijão-de-porco, que serviam de alimento para *T. urticae*, tinham curta duração, tornando necessária a substituição em pouco tempo. Com isso, o ácaro predador, sofria um “stress” e morria na água, tornando inviável a utilização desse tipo de arena para o estudo. Este fato tornou necessário o uso da arena de plástico PVC flexível e pólen de mamoneira como alimento para avaliar o desenvolvimento do ácaro para a confecção da tabela de vida.

Em condições de laboratório, este predador mostrou-se viável para a prática de criação, pois, sendo generalista, desenvolveu-se muito bem com pólen de mamoneira, que é uma planta bastante acessível na região.

A pesquisa mostrou que *N. californicus* é um ácaro que tem potencial para controle biológico do ácaro-rajado, *T. urticae*, em cultivos de rosas na região sul de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, n. 2, p. 265-267, Apr. 1925.

BARBOSA, J. G. et al. Cultivo de rosas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p. 20-29, jul./ago. 2005.

BELLINI, M. R. **Manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae) em plantas ornamentais**. 2008. 141 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BLUMEL, S.; WALZER, A.; HAUSDORF, H.; Successive release of *Neoseiulus californicus* McGregor and *Phytoseiulus persimilis* A.H. (Acari: Phytoseiidae) for sustainable biological control of spider mite in greenhouse cut roses – interim results of a two years study in a commercial nursery. **International Organization of Biological Control Western Palearctic Regional Section Bulletin**, Victoria, v. 25, n. 1, p. 21- 24, May 2002.

CANLAS, L. J. et al. Biology and predation of the strain Japanese of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Systematic & Applied Acarology**, Auckland, v. 11, n. 2, p. 141-157, June 2006.

CASTAGNOLI, M.; SIMONI, S. Effect of long-term feeding history on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 33, n. 3, p. 217-234, Mar.1999.

CEDOLA, C. V.; SANCHEZ, N. L.; LIJESTHROM, G. Effect of tomato leaf hairiness on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 25, n. 10/11, p. 819-831, Oct. 2001.

CHANT, D. A. Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae): part I: bionomics of seven species in southeastern England: part II: a taxonomic review of the family Phytoseiidae, with descriptions of thirty-eight new species. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 91, n. 12, p. 1-166, Dec.1959.

CROFT, B. A.; MONETTI, L. N.; PRATT, P. D. Comparative life histories and predation types: are *Neoseiulus californicus* and *Neoseiulus fallacies* (Acari: Phytoseiidae) similar Type II selective predators of spider mites? **Environmental Entomology**, College Park, v. 27, n. 3, p. 531-538, June 1998.

DAUDT, R. H. S. **Censo da produção de flores e plantas ornamentais no RS na virada do milênio**. 2002. 107 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 189 p.

FLECHTMANN, C. H. W. **Elementos de acarologia**. São Paulo: Nobel, 1975. 344 p.

FORERO, G. et al. Critérios para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) com el ácaro depredador *Amblyseius (Neoseiulus)* sp. (Acari: Phytoseiidae) em cultivos de rosas. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v. 26, n. 1, p. 78-86, abr. 2008.

FRANCO, R. A. et al. Potencial de predação de três espécies de fitoseídeos sobre *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae). **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 175-182, jul./dez. 2007.

FRIESE, D. D.; GILSTRAP, F. E. Influence of prey of availability on reproduction and consumption of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus* and *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 8, n. 2, p. 85-89, June 1982.

GILSTRAP, F. E.; FRIESE, D. D. The predatory potential of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus* and *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, Oak Park, v.11, n. 3, p. 163-168, Sept. 1985.

GRAVENA, S. et al. *Euseius citrifolius* Denmark & Muma predation on citrus leprosis mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Phytoseiidae, Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 209-218, Aug. 1994.

HASSEL, M. P. **The dynamics of arthropod predator-prey systems**. Princeton: Princeton University, 1978. 237 p.

KARLIK, J. F.; GOODELL, P. B.; OSTEEEN, G.W. Improved mite sampling may reduce acaricide use in roses. **California Agriculture**, Berkeley, v. 49, n. 3, p. 38- 40, May/June 1995.

KOEHLER, H. H. Predatory mites (Gamasina, Mesostigmata). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1/3, p. 395-410, June 1999.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. Produção de flores no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 120-126, jan./fev. 2009.

MARTINS, M. V. M. et al. Floricultura: tecnologias, qualidade e diversificação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 249, p. 64-66, mar./abr. 2009.

MA, W. L.; LAING, J. E. Biology, potential for increase and prey consumption of *Amblyseius chilensis* (Dosse) (Acarina: Phytoseiidae). **Entomophaga**, Paris, v. 18, n. 1, p. 47-60, Mar. 1973.

MCMURTRY, J. A.; SCRIVEN, G. T. Insectary production of Phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 58, n. 2, p. 282- 284, Apr. 1965.

MONTEIRO, L. B. Manejo integrado de pragas em macieira no Rio Grande do Sul: II uso de *N. californicus* para o controle de *P. ulmi*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n. 1, p. 46-53, abr. 1994.

MORAES, G. J.; MCMURTRY, J. A. Biology of *Amblyseius citrifolius* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). **Hilgardia**, Berkeley, v. 49, n. 1, p. 1-29, Jan./Feb. 1981.

MORI, H.; CHANT, D. A. The influence of prey density, relative humidity and starvation on the predacious behavior of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 44, n. 3, p. 483-491, Mar. 1966.

NOVARO, N. Breeders rights and Brazilian roses. **FloraCulture International**, Heiloo, v. 15, n. 4, p. 32, Jan. 2005.

PREVERIERI, G. S.; SIMONI, S.; LIGUORI, M. Suitability of *Quercus ilex* pollen for rearing four species of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae). **Redia**, Frieze, v. 89, p. 65-71, Dec. 2006.

PUTMAN, W. L. Life history and behavior of the predaceous mite *Typhlodromus caudiglans* Schuster (Acarina: Phytoseiidae) in Ontario, with notes on the prey of related species. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 94, n. 2, p. 163-177, Feb. 1962.

RHAMANI, H.; FATHIPOUR, Y.; KAMALI, K. Life history and population growth parameters of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) in laboratory conditions. **Systematic and Applied Acarology**, Tehran, v. 14, n. 2, p. 91-100, Oct. 2009.

REIS, P. R.; ALVES, E. B. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 565-568, dez. 1997.

REIS, P. R.; CHIAVEGATO, L. G.; ALVES, E. B. Biologia de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari:Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 185-191, jun. 1998.

REIS, P. R. et al. Life history of *Amblyseius herbicolus* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) on coffee plants. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 36, n. 2, p. 282-287, Mar./Apr. 2007.

REIS, P. R.; SILVA, E. A. da; ZACARIAS, M. S. Controle biológico de ácaros em cultivos protegidos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 58-67, mar./abr. 2005.

REIS, P. R.; TEODORO, A. V.; PEDRO NETO, M. Predatory activity of phytoseiid mites on the developmental stages of coffee ring spot mite (Acari: Phytoseiidae: Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 547-553, June 2000.

SANDNESS, J. N.; MCMURTRY, J. A. Functional response of three species of Phytoseiidae (Acarina) to prey density. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 102, n. 6, p. 692-704, June 1970.

SATO, M. E. et al. Resistência do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) a diversos acaricidas em morangueiro (*Fragaria* sp.) nos municípios de Atibaia – SP e Piedade – SP. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 19, p. 40-46, mar. 1994.

SCHAUSBERGER, P.; WALZER, A. Combined versus single species release of predaceous mite: predator-predator interactions and pest suppression. **Biological Control**, Orlando, v. 20, n. 3, p. 269-278, Mar. 2001.

SHIPP, J. L.; WHITFIELD, G. H. Functional response of the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) on western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 20, n. 2, p. 694-699, Apr. 1991.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

TANIGOSHI, L. K. et al. Influence of temperature on population increase of *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). **Annals of Entomological Society of America**, Maryland, v. 68, n. 6, p. 979-986, Nov. 1975.

TEODORO, A. V.; REIS, P. R.; FRANCO, R. A. Atividade predatória de *Euseius citrifolius* (Denmark & Muma, 1970) sobre os diversos estádios do desenvolvimento de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Phytoseiidae: Tenuipalpidae). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA - CICESAL, 14., 2001, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2001. p. 411-411.

VAN DEVRIE, M. Control of Tetranychidae in crops freenhouse ornamentals. In: HELLE, W.; SABELIS, M. W. (Ed.). **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1985. v. 1B, chap. 6, p. 273-283.

VASCONCELOS, G. J. N. **Eficiência dos ácaros predadores *Phytoseiulus fagariae* e *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) em *Lycopersicon esculentum* e *Solanum americanum***. 2006. 81 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

WATANABE, M. A. et al. Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae: Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 75-81, jan./abr. 1994.

CAPÍTULO 3

Seletividade de produtos fitossanitários utilizados em roseiras (*Rosa* spp.) para *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae)

RESUMO

O controle químico apresenta vantagens como a rapidez de ação e tem sido preferencialmente usado no controle de pragas pelos agricultores. Em contrapartida, entre as desvantagens destacam-se o largo espectro de ação dos compostos químicos, que atingem espécies não-alvo, como os inimigos naturais, além de contaminarem o meio ambiente. Foi objetivo do trabalho avaliar a seletividade de sete produtos químicos ao ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae), utilizados em cultivo de rosas (*Rosa* spp.), para o controle de doenças e de uma das principais pragas, o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). Foi utilizado o método residual da pulverização em superfícies de vidro (lâminulas de vidro de 20 x 20 mm), recomendado como padrão para testar, em laboratório, os efeitos adversos de agroquímicos a ácaros predadores (IOBC). A pulverização dos produtos foi feita em torre de Potter a uma pressão de 15 lb /pol², com a mesa de pulverização da torre a uma distância de 1,7 cm do tubo de pulverização; cada lâminula recebeu um depósito da ordem de 2 mg/cm². Dos sete produtos testados, seis foram seletivos ao predador *N. californicus*, sendo óleo mineral (inseticida) classificado como inócuo (classe 1); acefato (inseticida-acaricida), tebuconazole (fungicida), iprodione (fungicida), fenpropatrin (inseticida-acaricida) e abamectina (inseticida-acaricida) causaram baixa mortalidade sendo classificados como levemente nocivos (classe 2). Fempiroximate (acaricida) não apresentou seletividade ao predador, sendo classificado como moderadamente nocivo (classe 3). Óleo mineral além de seletivo estimulou a reprodução do predador, que produziu proporcionalmente mais ovos que a testemunha, apresentando o valor de Er maior que 1 (Er = 1,3). Os produtos fitossanitários classe 1 e 2 certamente serão seletivos também em casa-de-vegetação, não sendo necessário novos testes naquelas condições.

Palavras-chave: Ácaro predador. Ácaro-rajado. Seletividade. Roseiras.

ABSTRACT

Chemical control has advantages such as fast-acting and has been preferentially used in pest control by the farmers in. In contrast, among the disadvantages stands out the broad action spectrum of the chemicals that affects non-target species, such as natural enemies, in addition to contaminating environment. Evaluating the selectivity of seven chemicals to the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae), used in rose growing (*Rosa* spp.), for the control of diseases and of one the main pests, the spider mite (*Tetranychus urticae* Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), was the objective of this work. The residual spray contact method on glass surface (glass cover of 20 x 20 mm), recommended as the standard, to test in laboratory, the harmful effects of agrochemicals to predatory mites (IOBC) was utilized. The spraying of the chemicals was done in Potter tower at a pressure of 15 lb /pol², with the tower spray table at a distance of 1.7 cm away from the spraying pipe; each cover glass was given 2 mg/cm². Out of the seven chemicals tested, six were selective to the predator *N. californicus*, mineral oil (insecticide) being classified as harmless (class 1); acephate (insecticide-acaricide), tebuconazole (fungicide), iprodione (fungicide), fenpropatrin (insecticide-acaricide) and abamectine (insecticide-acaricide) caused poor mortality, their being classified as slightly harmful (class 2). Fempiroximate (acaricide) presented no selectivity to the predator, its being classified as moderately harmful (class 3). Mineral oil, in addition to selective, stimulated the predator's reproduction, which produced proportionally more eggs than the control, presenting the value of Er higher than 1 (Er = 1.3). The phytosanitary chemicals class 1 and 2 will surely be selective also in greenhouse, no further tests being necessary under those conditions.

Key words: Predatory mite. Spider mite. Selectivity. Rose bushes.

1 INTRODUÇÃO

Ácaros predadores, principalmente da família Phytoseiidae, têm sido usados, freqüente no controle de ácaros fitófagos, em especial tetraniquídeos, dentro dos agroecossistemas (MCMURTRY; CROFT, 1997; MORAES, 1992). *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) é um agente de controle biológico nativo da Califórnia, embora tenha sido encontrado em países das Américas do Norte e Sul, Europa, África e Japão (AMANO; ISHII; KOBORI, 2004; CASTAGNOLI et al., 2005; MORAES, 1992; PALEVSKY et al., 1999). No Brasil, *N. californicus* é um dos principais inimigos naturais dos ácaros da família Tetranychidae.

A evolução da resistência de artrópodes pragas a defensivos agrícolas tem se tornado um dos grandes problemas no controle de pragas, envolvendo o uso de produtos químicos (CROFT, 1990; GEORGHIU, 1983). Dentre as conseqüências do desenvolvimento de resistência, estão a aplicação mais freqüente de produtos fitossanitários, o aumento da dosagem do produto e a substituição por outro, geralmente de maior toxicidade (GEORGHIU, 1983). Isto compromete os princípios do manejo integrado de pragas, devido à maior contaminação do meio ambiente, destruição de organismos benéficos e elevação nos custos de controle da praga (OMOTO, 1995).

Resistência, por definição, é o desenvolvimento de uma habilidade em uma determinada linhagem de um organismo em tolerar doses de tóxicos que seriam letais para a maioria da população suscetível da mesma espécie. Trata-se de uma característica hereditária, sendo um termo que se aplica interespecificamente. O processo determinante na resistência é a pressão de seleção, causada pelo uso freqüente de um mesmo agroquímico ou produtos pertencentes a um mesmo grupo químico (INSETICIDE RESISTENCE COMMTEE – IRAC, 2009). De acordo com Roush e Mckenzie (1987), no

início da evolução da resistência, estima-se que a frequência dos alelos que conferem essa característica às populações é bastante baixa (10^{-2} a 10^{-13}). No entanto, devido ao uso contínuo do mesmo pesticida, a frequência de resistência poderá aumentar de modo que a eficácia do produto é afetada (frequência crítica de resistência).

A resistência de *Tetranychus urticae* Koch, 1936 (Acari: Tetranychidae) a agroquímicos tem sido documentada para diferentes culturas em vários países (DENNEHY et al., 1987; EDGE; JAMES, 1986; FLEXNER, WESTIGARD; CROFT, 1988; GRAFTON-CARDQELL; GRANETT; DENNEHY, 1987; MILLER; CROFT; NELSON, 1985; TIAN; GRAFTON-CARDQELL; GRANETT, 1992).

A utilização de acaricidas seletivos contribui para a conservação e o aumento de ácaros predadores nativos, podendo tornar a exploração agrícola menos onerosa pela redução do número de aplicações de produtos fitossanitários (SILVA et al., 2006).

Assim, para um eficiente manejo integrado de ácaros, torna-se necessário, dentre outros aspectos, observar a seletividade destes produtos aos inimigos naturais para que as práticas de manejo com uso de produtos fitossanitários tornem-se mais eficientes e com menos reflexos negativos ao meio ambiente. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de sete produtos químicos utilizados em cultivo de rosas (*Rosa* spp.) ao ácaro predador *N. californicus* para possibilitar o manejo integrado do ácaro-rajado *T. urticae*, uma das principais pragas dessa cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Acarologia do Centro de Pesquisa em Manejo Ecológico de Pragas e Doenças de Plantas – EcoCentro, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, no Campus da Universidade Federal de Lavras – UFLA, em Lavras, MG, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase.

Foi utilizado o método residual da pulverização em superfícies de vidro, recomendado como padrão para testar, em laboratório, os efeitos adversos de pesticidas a ácaros predadores (REIS; CHIAVEGATO; ALVES, 1998). Lamínulas de vidro de 20 x 20 mm, do tipo utilizada em microscopia, flutuando em água numa placa de Petri de 5 cm de diâmetro x 2 cm de profundidade, sem tampa, foram usadas como superfície para aplicação dos produtos, e suporte para os ácaros. Nessas condições, a lamínula ficou mais ou menos no centro da placa, não tocando na borda, impedindo a fuga dos ácaros.

A pulverização dos produtos sobre as lamínulas foi feita em torre de Potter a uma pressão de 15 lb / pol^2 , com a mesa de pulverização da torre a uma distância de 1,7 cm do tubo de pulverização; cada lamínula recebeu um depósito da ordem de 2 mg/cm^2 . Tais procedimentos estão em conformidade com o proposto pela IOBC/WPRS (HASSAN et al., 1994; OVERMEER, 1988) que estabelece um depósito fresco de 1,5 a 2 mg/cm^2 para superfícies de vidro ou folha.

Após a aplicação dos produtos fitossanitários, as lamínulas foram postas para secar em temperatura ambiente do laboratório por cerca de uma hora, e posteriormente colocadas sobre a água recebendo então uma pequena porção de pólen de mamoneira (*Ricinus communis* L.) como alimento aos ácaros sobreviventes. Cinco fêmeas acasaladas de *N. californicus* foram transferidas, com o auxílio de um pincel, para cada lamínula.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com oito tratamentos e seis repetições. Diariamente, durante oito dias, foi avaliado o número de fêmeas vivas, de ovos colocados e de larvas eclodidas a fim de avaliar a viabilidade dos ovos. Dos produtos mais utilizados no cultivo de rosas na região Sul de Minas Gerais, foram testados sete, sendo estes apresentados com suas respectivas dosagens na Tabela 7.

Tabela 7 Características dos produtos fitossanitários selecionados, utilizados em roseiras, testados em *Neoseiulus californicus* em condições de laboratório

| Produto comercial | Princípio Ativo | Classe de uso | Classe Toxicológica ¹ | Grupo Químico | Dosagem/100L de água |
|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------------------|-----------------|----------------------|
| Folicur | Tebuconazole | Fungicida | III | Triazóis | 75mL |
| Meothrin | Fenprothrin | Inseticida/acaricida | I | Piretróide | 25mL |
| Iharol | Oleo Mineral | Inseticida/acaricida | IV | Hidrocarbonetos | 1,5L |
| Ortus | Fempiroximate | Acaricida | II | Pirasol | 200mL |
| Orthene | Acefato | Inseticida/acaricida | IV | Organofosforado | 100g |
| Rovral | Iprodione | Fungicida | II | Hidantoínas | 100g |
| Vertimec | Abamectina | Inseticida/acaricida | III | Avermectina | 50mL |

¹Classe toxicológica legal do Brasil "Lei 7.802/989" regulamentado pelo decreto 98.816/1990" do Ministério da Agricultura. Classe I - Extremamente tóxico; Classe II - Altamente tóxico; Classe III - Média toxicidade; Classe IV - Baixa toxicidade (BRASIL, 2011)

O efeito adverso ou total (E%) foi calculado levando em conta a mortalidade no tratamento, corrigida em função da mortalidade na testemunha, e o efeito na reprodução, conforme IOBC/WPRS (BAKKER et al., 1992; OVERMEER, 1988), sendo $E\% = 100\% - (100\% - M_c) \times E_r$, onde M_c = mortalidade corrigida (ABBOTT, 1925) e E_r = efeito na reprodução. Durante oito dias, as fêmeas vivas foram diariamente contadas, bem como o número de ovos viáveis colocados (que deram origem a larvas), e retiradas as fêmeas mortas. O efeito na reprodução (E_r) foi obtido pela divisão da produção média de ovos (R) das fêmeas no tratamento pela produção de ovos na testemunha ($E_r = R_{\text{Tratamento}} / R_{\text{Testemunha}}$). A produção média de ovos por fêmea (R) foi obtida através da relação: R = número de ovos viáveis / número de fêmeas vivas. Foram considerados como

válidos somente os testes em que a mortalidade na testemunha foi no máximo em torno de 20% (BAKKER et al., 1992).

Os valores dos efeitos totais encontrados para cada produto testado foram enquadrados nas classes de 1 a 4 conforme critérios estabelecidos pela IOBC/WPRS para classificar agroquímicos quanto ao efeito adverso causado a organismos benéficos em testes de laboratório (BAKKER et al., 1992; HASSAN et al., 1994) sendo: classe 1 = $E < 30\%$ (inócuo, não nocivo); classe 2 = $30\% \leq E \leq 79\%$ (levemente nocivo); classe 3 = $80\% \leq E \leq 99\%$ (moderadamente nocivo) e classe 4 = $E > 99\%$ (nocivo).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos sete produtos testados, seis foram seletivos ao predador *N. californicus*, sendo óleo mineral (inseticida) classificado como inócuo (classe 1); acefato (inseticida-acaricida), tebuconazole (fungicida), iprodione (fungicida), fenpropatrina (inseticida-acaricida), abamectina (inseticida-acaricida) apresentaram baixa mortalidade, sendo classificados como levemente nocivos (classe 2). Fempiroximate (acaricida) não apresentou seletividade ao predador, sendo classificado como moderadamente nocivo (classe 3) (TABELA 8).

Os produtos seletivos, em geral, enquadrados nas classes 1 (inócuo) e 2 (levemente nocivo) não apresentaram efeito negativo na reprodução do ácaro, porém o óleo mineral além de seletivo estimulou a reprodução do mesmo, produzindo proporcionalmente mais ovos que a testemunha, apresentando o valor de $E_r > 1$ ($E_r = 1,3$) (TABELA 8).

Tabela 8 Efeito de acaricidas, inseticidas e fungicidas utilizados em roseiras e testados sobre fêmeas adultas de *Neoseiulus californicus* em condições de laboratório

| Tratamentos | Nº de espécimes | Mortalidade | Mc (%) ¹ | E (%) ² | Classe ³ | Er ⁴ |
|---------------|-----------------|-------------|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| TESTEMUNHA | 30 | 0 | - | - | - | - |
| TEBUCONAZOLE | 30 | 56,7 | 45,8 | 61,1 | II | 0,9 |
| FENPROPATHRIN | 30 | 13,3 | -8,3 | 51,3 | II | 0,7 |
| OLEO MINERAL | 30 | 20 | 0 | -3,5 | I | 1,3 |
| FENPYROXIMATE | 30 | 83,3 | 79,2 | 97,3 | III | 0,2 |
| ACEFATO | 30 | 16,7 | -4,2 | 52,2 | II | 0,6 |
| IPRODIONE | 30 | 26,7 | 8,3 | 62 | II | 0,5 |
| ABAMECTINA | 30 | 23,3 | 4,2 | 53,1 | II | 0,6 |

¹Mortalidade corrigida; ²Efeito total; ³Classificação de toxicidade segundo IOBC/WPRS

⁴Efeito na reprodução

Os ácaros predadores poderão desenvolver uma outra estratégia de seletividade que não seja a fisiológica, necessitando de que os testes de seletividade sejam repetidos em semi-campo (REIS; CHIAVEGATO; ALVES, 1998) e isto é válido para produtos enquadrados nas classes 3 e 4, pois os considerados seletivos em laboratório terão o mesmo efeito em casa-de-vegetação (FRANZ et al., 1980).

A abamectina mostrou-se levemente nociva ao ácaro *N. californicus*, resultado semelhante ao relatado por Hassan et al. (1994) em outros experimentos onde obtiveram a mesma classificação para este produto. Esse acaricida tem ação translaminar e é considerado, geralmente, seletivo aos inimigos naturais por ser absorvido pela planta dentro de poucas horas, causando baixo impacto aos predadores. Ibrahim e Yee (2000) relataram que o composto abamectina apresentou certa seletividade a *Neoseiulus longispinosus* (Evans, 1952) e reduziu a sua longevidade em 40%. Entretanto, de acordo com o trabalho realizado por Silva et al. (2006), esse acaricida mostrou-se bastante tóxico para *Euseius alatus* DeLeon, 1966, sendo classificado como levemente tóxico apenas na avaliação de 24h após o confinamento, independente do intervalo entre a impregnação e o confinamento, porém à medida que foi prolongado o tempo de exposição, 72 h após o confinamento, a toxicidade aumentou consideravelmente, ocasionando mortalidade próxima a 100%. Em

testes com *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1905) para uso em morangueiro, este produto também foi considerado como tóxico (LORENZATO, 1998).

Resultados obtidos com *N. californicus* por Sato et al. (2002) em morangueiro revelaram que o período de toxicidade residual (teste a campo) da abamectina foi menor, e que o produto não apresentou qualquer efeito tóxico significativo um dia após a aplicação.

Os resultados obtidos neste trabalho foram semelhantes aos de Reis et al. (2006), que encontraram o mesmo efeito da abamectina sobre os ácaros fitoseídeos *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma, 1972, *Amblyseius herbicolus* (Chant, 1959) e *Euseius citrifolius* Denmark e Muma, 1970. Embora existam resultados que evidenciam um mínimo efeito negativo da abamectina sobre ácaros predadores, independentemente da fase do ciclo de vida em que *N. californicus* esteja, o contato com o produto, no caso de liberações do ácaro predador, deve ser feito após um período mínimo de um a dois dias, para que haja redução do seu efeito tóxico (MEYER; KOVALESKI; VALDEBENITO-SANHUEZA, 2009).

Também foi classificado como levemente nocivo o inseticida-acaricida fenprotrina, mostrando-se seletivo ao predador *N. californicus*. Porém, Reis, Chiavegato e Alves (1998), em testes com o mesmo produto em *I. zuluagai*, verificaram que fenprotrina não foi seletivo ao predador.

Fenpyroximate (acaricida) apresentou moderado efeito a *N. californicus* (classe 3). O mesmo resultado foi observado por Silva et al. (2006), em testes de seletividade desse acaricida em *E. alatus*, verificando que a mortalidade causada por fenpyroximate variou entre 4 a 84%, aumentando com o tempo de exposição, independentemente da época de confinamento. Esse acaricida apresentou baixo impacto sobre *E. alatus* no confinamento de 24 h, sendo assim classificado como inócuo, mas foi altamente tóxico, quando o confinamento foi realizado 72 h após o tratamento das folhas. Yamamoto et al. (1992) avaliaram a

seletividade de acaricidas a *I. zuluagai* e verificaram que fenpyroximate apresentou alta toxicidade causando mortalidade de 93% 24 h após o confinamento dos ácaros.

Sato et al. (2002) avaliaram a toxicidade de acaricidas a *N. californicus* e verificaram que fenpiroximato, abamectina, fenproprina causaram mortalidade de 13, 43 e 5%, respectivamente. Os resultados apresentados nesse trabalho divergem com os encontrados por aqueles autores, onde as mortalidades foram para fenpiroximato, abamectina e fenproprina de 83,3, 23,3 e 13,3%, respectivamente.

A capacidade dos ácaros fitoseídeos para desenvolver linhagens resistentes aos produtos fitossanitários tem sido estabelecida em várias oportunidades, característica que foi um dos principais fatores que levaram ao estabelecimento dos primeiros programas de MIP (CROFT, 1975; CROFT; MCGROARTY, 1977). No caso de *N. californicus*, sua capacidade de resistir aos efeitos dos organofosforados foi reportada na América do Sul três décadas atrás. Na região do "Alto Valle de Río Negro y Neuquén", Múther (1998) destacou a impossibilidade de usar *N. californicus* como espécie bioindicadora, devido a sua insensibilidade aos produtos fitossanitários de amplo espectro de ação. Poletti (2007) observou que uma população brasileira de *N. californicus* apresentou menor suscetibilidade do que uma população de *P. macropilis* à ação de vários agroquímicos utilizados em cultivo protegido. Silva e Oliveira (2007) reportaram que *N. californicus* mostrou sensibilidade diferenciada quando exposto à pulverização direta e toxicidade residual de vários agroquímicos.

Testes realizados em laboratório simulam situações adversas para os ácaros testados (exposição total ao produto). Desta forma, é esperado que os produtos classificados como inócuos apresentem resultados semelhantes em condições de casa-de-vegetação e de campo (FRANZ et al., 1980). Para esses produtos não há necessidade de testes adicionais, uma vez que experiências

práticas mostram que as exceções são raras. Por outro lado, o mesmo não se aplica aos produtos classificados como moderadamente nocivos e nocivos em testes laboratoriais. Neste caso, testes complementares devem ser realizados em condições de casa-de-vegetação e campo, já que os mesmos podem ter outros efeitos sobre os inimigos naturais (REIS et al., 2006). Nos casos de produtos poucos tóxicos, somente a eliminação da presa, poderia interferir na sobrevivência de um inimigo natural específico.

4 CONCLUSÃO

Dos produtos testados, óleo mineral, acefato, tebuconazole, iprodione, fenpropatrina e abamectina foram seletivos ao ácaro *N. californicus*, sendo que o óleo mineral aumentou a oviposição das fêmeas.

Apenas fempiroximate mostrou-se moderadamente tóxico ao ácaro, sendo, portanto, necessários testes em casas-de-vegetação para confirmar o resultado na praga e no predador.

Os resultados permitem concluir que os produtos óleo mineral, acefato, tebuconazole, iprodione, fenpropatrina e abamectina podem ser utilizados em programa de manejo integrado do ácaro-rajado e de doenças em roseiras sob sistema de cultivo protegido, com a utilização de *N. californicus* como agente de controle biológico do ácaro *T. urticae*.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, n. 2, p. 265-267, Apr. 1925.

AMANO, H.; ISHII, Y.; KOBORI, Y. Pesticide susceptibility of two dominant phytoseiid mites, *Neoseiulus californicus* and *N. womersleyi*, in conventional Japanese fruit orchards (Gamasina: Phytoseiidae). **Journal of the Acarological Society of Japan**, Isukuba, v. 13, n. 1, p. 65-70, June 2004.

BAKKER, F. M. et al. Side-effect test for phytoseiids and their rearing methods. **IOBC/WPRS Bulletin**, Montfavet, v. 15, n. 3, p. 61-81, Apr. 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/agrofit_cons/principal_agrifit_cons>. Acesso em: 8 fev. 2011.

CASTAGNOLI, M. et al. Toxicity of some insecticides to *Tetranychus urticae*, *Neoseiulus californicus* and *Tydeus californicus*. **BioControl**, Dordrecht, v. 50, n. 4, p. 611-622, Aug. 2005.

CROFT, B. A. Developing a philosophy and program of pesticide resistance management. In: ROUSH, R. T.; TABASHNIK, B. E. (Ed.). **Pesticide resistance in arthropods**. New York: Chapman and Hall, 1990. chap. 9, p. 277-296.

CROFT, B. A. **Integrated control of apple mites**. East Lansing: Michigan State University, 1975. 11 p. (Bulletin, 3).

CROFT, B. A.; MCGROARTY, D. L. **The role of *Amblyseius fallacis* (Acarina: Phytoseiidae) in Michigan apple orchards**. East Lansing: Michigan State University, 1977. 22 p. (Research report, 2).

DENNEHY, T. J. et al. Laboratory and field investigations of spider mite (Acari: Tetranychidae) resistance to the selective acaricide propargite. **Journal Economic Entomology**, Lanham, v. 80, n. 3, p. 565-574, June 1987.

EDGE, V. E.; JAMES, D. G. Organo-tin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in Australia. **Journal Economic Entomology**, Lanham, v. 79, n. 6, p. 1477-1483, Dec. 1986.

FLEXNER, J. L.; WESTIGARD, P. H.; CROFT, B. A. Field reversion of organotin resistance in the two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) following relation of selection pressure. **Journal Economic Entomology**, Lanham, v. 81, n. 6, p. 1516-1520, Dec. 1988.

FRANZ, J. M. et al. Results of a joint pesticide test programme by the working group: pesticides and beneficial arthropods. **Entomophaga**, Paris, v. 25, n. 3, p. 232-236, Dec. 1980.

GEORGHIOU, G. P. Management of resistance in arthropods. In: GEORGHIOU, G. P.; SAITO, T. (Ed.). **Pest resistance to pesticides**. New York: Plenum, 1983. chap. 3, p. 769-792.

GRAFTON-CARDWELL, E. E.; GRANETT, J.; DENNEHY, T. J. Quick tests for pesticide resistance in spider mites. **California Agriculture**, Berkeley, v. 41, n. 7/8, p. 8-10, July/Aug. 1987.

HASSAN, S. A. et al. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS - working group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Entomophaga**, Paris, v. 39, n. 1, p. 107-119, Mar.1994.

IBRAHIM, Y. B.; YEE, T. S. Influence of sublethal exposure to abamectin on the biological performance of *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 4, p. 1085-1089, Aug. 2000.

INSETICIDE RESISTENCE ACTION COMMITTEE. **Princípios e práticas de manejo da resistência de pragas a pesticidas**. Disponível em: <<http://www.irac-online.org./about/resistance/>>. Acesso em: 24 jul. 2009.

LORENZATO, D. Ensaio laboratoriais de controle químico e biológico do ácaro-rajado em mudas de morangueiro. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 95-99, dez. 1998.

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, n. 1, p. 291-321, Jan. 1997.

MEYER, G. A.; KOVALESKI, A.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Seletividade de agrotóxicos usados na cultura da macieira a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 381-387 jun. 2009.

MILLER, R.W.; CROFT, B. A.; NELSON, R. D. Effects of early season immigration on cyhexatin and formetanate resistance of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry in central California. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 78, n. 6, p. 1379-1388, Dec. 1985.

MORAES, G. J. de. Perspectivas para o uso de predadores no controle de ácaros fitófagos no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 263-270, jan. 1992.

MÜTHER, J. Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln und Anbauverfahren auf die biologie und Ökologie natürlicher Gegenspieler von Spinnmilben - Eine Beurteilung für Kernobstbau in Nord-Patagonien, Argentinien. **Plits**, Stuttgart, v. 16, n. 7, p. 1-168, Dec. 1998.

OMOTO, C. Resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) aos produtos químicos na citricultura. In: OLIVEIRA, C. A. L. de; DONADIO, L. C. (Ed.). **Leprose dos citros**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. cap. 19, p. 179-188.

OVERMEER, W. P. J. Laboratory method for testing side-effects of pesticides on the predaceous mites *Typhlodromalus pyri* and *Amblyseius potentillae* (Acari: Phytoseiidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, Montfavet, v. 11, n. 4, p. 65-69, June 1988.

PALEVSKY, E. et al. Comparative behavioural studies of larval and adult stages of the phytoseiids (Acari: Mesostigmata) *Typhlodromus athiasae* and *Neoseiulus californicus*. **Experimental and Applied Acarology**, Netherlands, v. 23, n. 1, p. 467-485, Jan. 1999.

POLETTI, M. **Integração das estratégias de controle químico e biológico para a conservação e liberação dos ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus longipes* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em programas de manejo do ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)**. 2007. 166 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

REIS, P. R.; CHIAVEGATO, L. G.; ALVES, E. B. Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 2, p.185-191, jun. 1998.

REIS, P. R. et al. Selectivity of agrochemicals on predatory mites (Phytoseiidae) found on coffee plants. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 64-70, Abr./Jun. 2006.

ROUSH, R. T.; MCKENZIE, J. A. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v. 32, p. 361-380, Apr. 1987.

SATO, M. E. et al. Toxidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari Tetranychidae) em morango. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 449-455, jul./set. 2002.

SILVA, F. R. et al. Toxicidade de acaricidas para ovos e fêmeas adultas de *Euseius alatus* Deleon (Acari: Phytoseiidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 294-303, jul./set. 2006.

SILVA, M. Z. da; OLIVEIRA, C. A. L. de. Toxicidade residual de alguns agrotóxicos recomendados na citricultura sobre *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 85-90, abr. 2007.

TIAN, T.; GTAFTON-CARDWELL, E. E.; GRANETT, J. Resistance of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) to cyhexatin and fenbutatin-oxide in California pears. **Journal Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 6, p. 2088-2095, Dec. 1992.

YAMAMOTO, P. T. et al. Seletividade de agrotóxicos aos inimigos naturais de pragas de citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13, n. 2, p.709-755, jun. 1992.