



GISELLE CHRISTIANE DE SOUZA-PIMENTEL

BIOLOGIA DE *Phytoseiulus macropilis*
(Banks, 1904) (ACARI: PHYTOSEIIDAE),
CONTROLE BIOLÓGICO DO ÁCARO-RAJADO
EM ROSEIRAS E SELETIVIDADE DE
PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS A
FITOSEÍDEOS

LAVRAS-MG

2014

GISELLE CHRISTIANE DE SOUZA-PIMENTEL

**BIOLOGIA DE *Phytoseiulus macropilis* (BANKS, 1904)
(ACARI: PHYTOSEIIDAE), CONTROLE BIOLÓGICO DO
ÁCARO-RAJADO EM ROSEIRAS E SELETIVIDADE DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS A FITOSEÍDEOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Entomologia, para obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Paulo Rebelles Reis

LAVRAS – MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Souza-Pimentel, Giselle Christiane de.

Biologia de *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1904) Acari: Phytoseiidae), controle biológico do ácaro-rajado em roseiras e seletividade de produtos fitossanitários a fitoseídeos / Giselle Christiane de Souza Pimentel. – Lavras : UFLA, 2014.

100 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Paulo Rebelles Reis.

Bibliografia.

1. Acarologia agrícola. 2. *Rosa* spp. 3. *Tetranychus urticae*. 4. *Neoseiulus californicus*. 5. Ácaros predadores. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.9296

GISELLE CHRISTIANE DE SOUZA-PIMENTEL

**BIOLOGIA DE *Phytoseiulus macropilis* (BANKS, 1904)
(ACARI: PHYTOSEIIDAE), CONTROLE BIOLÓGICO DO
ÁCARO-RAJADO EM ROSEIRAS E SELETIVIDADE DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS A FITOSEÍDEOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Entomologia, para obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 12 de agosto de 2014.

Dra. Lenira Viana Costa Santa-Cecília

EPAMIG

Dra. Livia Mendes de Carvalho

EPAMIG

Dr. Mauricio Sergio Zacarias

EMBRAPA CAFÉ

Dr. Geraldo Andrade de Carvalho

UFLA

Dr. Paulo Rebelles Reis

Orientador

LAVRAS – MG

2014

*A minha família, em especial
meus pais, João e Carmen; meu marido
Leonardo e minha filha Ana Luiza.*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

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

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor e pesquisador da EPAMIG Sul de Minas Dr. Paulo Rebelles Reis, pela oportunidade de trabalhar como bolsista de apoio técnico antes do doutorado e pelo exemplo, amizade, orientação, paciência e ensino durante todos esses anos.

Aos professores do Departamento de Entomologia, pelos conhecimentos transmitidos e pela amizade.

Aos amigos do Laboratório de Acarologia: Erika Carla da Silveira, Fernanda Aparecida Abreu, Melissa Alves de Toledo, Patrícia de Pádua Marafeli e Thiago Alves Ferreira Carvalho, pela amizade e pelo apoio nos trabalhos realizados.

Aos bolsistas de iniciação científica que passaram pela EPAMIG durante esses quatro anos e que me ajudaram na condução dos experimentos: Alex Camilo; Carolina Bonatto; Caroline Macedo; Edson Alves Luz; Helena Botelho de Andrade; João Paulo Alves e Melina Flávia Siqueira, muito obrigada.

Ao amigo Gilberto Rodrigues Liska pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos colegas do doutorado: Amanda Fialho, Auxiliadora Jacob, DeJane Alves, Franscinely Assis e Juracy Lins, pela amizade e companheirismo durante o curso.

Aos pesquisadores e funcionários da EPAMIG Sul de Minas/EcoCentro, pelo incentivo, amizade e apoio, principalmente Dr. Júlio César de Souza, Dra. Lenira Viana Costa Santa-Cecília, Dr. Rogério Antônio Silva e Dr. Vicente Luis de Carvalho, Cláudia Aparecida Silva e Vicentina Nazaret da Silva.

Ao pesquisador da Embrapa, Dr. Mauricio Sergio Zacarias, pela amizade e apoio.

À pesquisadora da EPAMIG/Fazenda Experimental Risoleta Neves, Dra. Lívia Mendes de Carvalho, pelos produtos fitossanitários que foram utilizados neste trabalho.

Ao meu pai João, a minha mãe Carmen e ao meu marido Leonardo pelo apoio, carinho, paciência, compreensão e principalmente pela ajuda nos finais de semana e feriados. A vocês que não mediram esforços para que este trabalho se realizasse e sempre estiveram ao meu lado, amo muito vocês, muito obrigada.

A minha filha, Ana Luiza, que é a razão da minha vida e que mesmo tão pequena me dá forças para continuar e me alegra nas horas mais difíceis.

Aos meus irmãos Leander, Lílian, Juliana e Sibelle que sempre foram meus amigos e companheiros.

Aos meus sobrinhos a quem eu amo muito e sempre me fizeram rir: Gustavo, Caio, Isabela, Guilherme, Mateus, Álvaro e João Paulo.

Aos meus familiares: vô Ramiro, vó Sebastiana, tios, tias, primos, primas, aos meus cunhados Alessandra, Amarildo, Isabela, Márcio, Rodolfo e Ronaldo, a minha afilhada Victória, minha sogra e sogro, pelo apoio, paciência e ajuda nas horas mais difíceis.

À Valdirene (Val) que cuidou da minha filha com muito amor e carinho para que eu pudesse concluir este trabalho.

Aos meus amigos Carlos, Vanessa, Lourênia, Marcelo, Marcela e Miguel pela amizade e carinho.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

Sinceramente agradeço.

RESUMO

O cultivo de rosas (*Rosa* spp.) em casas de vegetação é favorável tanto à planta como ao ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Tetranychidae), cujo controle químico ainda é utilizado. A exigência dos consumidores tem incentivado pesquisas com o uso de práticas agrícolas menos agressivas, tornando o controle biológico uma opção viável. O objetivo geral do trabalho foi estudar a biologia de *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1904) e o controle biológico do ácaro-rajado em roseira, por *P. macropilis* e *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Phytoseiidae), isolados ou em associação; os específicos: o estudo dos aspectos biológicos, tabela de vida de fertilidade, atividade predatória, respostas funcional e numérica de *P. macropilis* e seletividade fisiológica de pesticidas. Em laboratório foram utilizadas placas de Petri de 5 cm de diâmetro e discos de folhas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC. - Fabaceae) de 3 cm de diâmetro. Foi observada a duração em dias de cada fase do desenvolvimento de *P. macropilis*. Para atividade predatória foram colocados 40 *T. urticae* e um predador, nas respectivas fases a serem avaliadas, e após 24h foram contados os ácaros remanescentes. Para respostas funcional e numérica de *P. macropilis* foram oferecidos imaturos de *T. urticae* nas densidades de 1 a 300/ arena. O número de presas consumidas, e de ovos colocados pelo predador foi avaliado a cada 24h durante oito dias. Para seletividade foi utilizado o método residual e os valores obtidos enquadrados nas classes de 1 a 4 conforme IOBC/WPRS. Em casa de vegetação foram utilizadas roseiras envasadas, inicialmente infestadas com 20 fêmeas do ácaro-rajado e após nove dias foram liberados dois predadores/planta, semanalmente durante dois meses. O controle foi avaliado pela coleta de dois folíolos apicais, medianos e basais/planta e contado o número de ácaros vivos. A duração da fase de ovo até a fase adulta de *P. macropilis* foi de 4,1 dias para fêmeas e 5,1 para machos; a longevidade de 27,5 dias para fêmeas e 29 para machos. A estimativa da capacidade inata de crescimento da população foi 0,19 e a duração média de geração de 17,74 dias. A população dobrou a cada 3,71 dias. As fases do ácaro mais consumidas por *P. macropilis* foram larvas e machos. A resposta funcional mostrou uma correlação positiva e significativa sugerindo uma resposta funcional do tipo II. A oviposição máxima foi de 1,76 ovos/fêmea/dia na densidade de 23 ácaros/cm². Nos testes de seletividade *chlorfenapyr* foi altamente tóxico para *N. californicus* (classe 4), os demais produtos testados foram inócuos ou levemente nocivos para ambas as espécies. Em casa de vegetação não foi encontrada diferença entre tratamentos quanto ao controle biológico pelos predadores ou associação deles. Conclui-se que ambos os predadores, isolados ou em associação, podem ser utilizados para o controle do ácaro-rajado em roseiras.

Palavras-chave: Acarologia agrícola. *Rosa* spp. *Tetranychus urticae*. *Neoseiulus californicus*. Ácaros predadores.

ABSTRACT

The growing of roses (*Rosa* spp.) in greenhouses is beneficial both to the plant as the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Tetranychidae), whose chemical control is still used. The consumer demand has encouraged research on the use of less aggressive agricultural practices, becoming biological control a viable option. The overall objective of this study was to study the biology of *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1904) and the biological control of two-spotted spider mite in rose by *Phytoseiulus macropilis* and *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Phytoseiidae) isolated or in combination; the specifics: the study of biological aspects, the fertility life table, predatory activity, functional and numerical responses of *P. macropilis* and physiological selectivity of pesticides. In the laboratory, Petri dishes of 5 cm diameter and Jack-bean (*Canavalia ensiformis* (L.) DC. - Fabaceae) leaf discs of 3 cm in diameter were used. The duration in days of each development phase of *P. macropilis* was observed. For predatory activity 40 *T. urticae* and a predator were placed in the respective phases to be evaluated and counted after 24 hours the remaining. For the functional and numerical responses of *P. macropilis* were offered immature of *T. urticae* at densities from 1 to 300/arena. The number of prey consumed and eggs laid by the predator were evaluated every 24 hours during eight days. For selectivity the residual method was used and the obtained values were framed in classes from 1 to 4 according to IOBC/WPRS. Potted rosebushes in greenhouse were initially infested with 20 *T. urticae* female and after nine days two predatory mites / plant were released weekly during two months. The control was assessed by collecting two apical, median and basal leaflets/plant and counted the live mites number. The duration of the egg stage to adulthood of *P. macropilis* was 4.1 days for females and 5.1 for males; longevity of 27.5 days for females and 29 for males. The innate ability rate of population growth was 0.19 and the average length of generation 17.74 days. The population doubled every 3.71 days. The phases mite more consumed by *P. macropilis* was larvae and males. The functional response showed a positive and significant correlation suggesting a functional response type II. The maximum oviposition was 1.76 eggs/female/day at 23 *T. urticae*/cm² density. In selectivity tests *chlorfenapyr* was harmful to *N. californicus* (Class 4); the other products tested were harmless or slightly harmful to both species. In greenhouse is no difference between treatments for biological control by predators or their association. It was concluded that both predatory mites, isolated or in combination, can be used to control of the two spotted spider mite in roses.

Keywords: Agricultural acarology. *Rosa* spp. *Tetranychus urticae*. *Neoseiulus californicus*. Predatory mites.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Algumas características técnicas dos produtos fitossanitários selecionados, utilizados em roseiras, testados em *Neoseiulus californicus* e *Phytoseiulus macropilis*, em condições de laboratório 46
- Tabela 2 Duração em dias dos estágios do desenvolvimento, do ciclo biológico e razão sexual de *Phytoseiulus macropilis*, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14h de fotofase, tendo como alimento *Tetranychus urticae*. 48
- Tabela 3 Características reprodutivas de *Phytoseiulus macropilis* à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14h de fotofase, tendo como alimento *Tetranychus urticae*. 52
- Tabela 4 Tabela de vida de fertilidade de *Phytoseiulus macropilis*, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14h de fotofase, tendo como alimento *Tetranychus urticae* 56
- Tabela 5 Parâmetros de crescimento populacional de *Phytoseiulus macropilis* à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase..... 57
- Tabela 6 Número de ácaros *Tetranychus urticae* predados (Média \pm EP) em seus diferentes estágios do desenvolvimento por ninfa e adulto (macho e fêmea) do ácaro predador *Phytoseiulus macropilis* (n = 40)..... 59
- Tabela 7 Estimativas dos parâmetros do modelo de regressão logística cúbica ajustada aos dados de proporção de ataque do ácaro *Phytoseiulus macropilis* sobre a presa *Tetranychus urticae*..... 62
- Tabela 8 Estimativas dos parâmetros do modelo logístico ajustado e R² referente aos dados de número de presas atacadas pela fêmea do

| | | |
|-----------|--|----|
| | ácaro <i>Phytoseiulus macropilis</i> sobre as densidades da presa <i>Tetranychus urticae</i> | 64 |
| Tabela 9 | Estimativas dos parâmetros do modelo de regressão ponderada quadrática ajustado aos dados de média de ovos postos/dia da fêmea do ácaro <i>Phytoseiulus macropilis</i> em diferentes densidades da presa <i>Tetranychus urticae</i> | 66 |
| Tabela 10 | Número médio (Média ± EP) de ácaro-rajado, <i>Tetranychus urticae</i> , em seis folíolos de roseiras após oito semanas, em função dos tratamentos..... | 69 |
| Tabela 11 | Efeito de acaricidas, inseticidas e fungicidas utilizados em roseiras no Campo das Vertentes em Minas Gerais sobre fêmeas adultas de <i>Neoseiulus californicus</i> em condições de laboratório, na temperatura de 25 ± 2°C, UR 70 ± 10%..... | 75 |
| Tabela 12 | Efeito de acaricidas, inseticidas e fungicidas utilizados em roseiras no Campo das Vertentes em Minas Gerais sobre fêmeas adultas de <i>Phytoseiulus macropilis</i> em condições de laboratório, na temperatura de 25 ± 2°C, UR 70 ± 10% | 76 |
| Tabela 13 | Efeito residual do acaricida-inseticida chlorfenapyr sobre fêmeas adultas de <i>Neoseiulus californicus</i> , 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a aplicação do produto, na temperatura de 25 ± 2°C, UR 70 ± 10% e 14 horas de fotofase | 80 |
| Tabela 14 | Efeito do acaricida-inseticida chlorfenapyr sobre a mortalidade e reprodução de fêmeas adultas de <i>Neoseiulus californicus</i> após 120h da aplicação do produto, na temperatura de 25 ± 2°C, UR 70 ± 10% e 14 horas de fotofase..... | 80 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Sobrevivência (Ix) e fecundidade (mx) da fêmea do ácaro *Phytoseiulus macropilis* alimentado com *Tetranychus urticae* em relação à idade, em laboratório à temperatura de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase. 55
- Figura 2 Porcentagem de predação de *Tetranychus urticae* em seus diferentes estágios de desenvolvimento por ninfa, macho e fêmea de *Phytoseiulus macropilis*. 60
- Figura 3 Resposta funcional Tipo II segundo o modelo de Holling (1959) de *Phytoseiulus macropilis* para as densidades de *Tetranychus urticae*. 63
- Figura 4 Resposta numérica para a média de ovos postos por dia por fêmea de *Phytoseiulus macropilis* para as densidades da presa *Tetranychus urticae* obtida pelo modelo de regressão ponderado quadrática..... 67
- Figura 5 Número médio de ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, em função do número de ácaros predadores liberados (*Phytoseiulus macropilis* e *Neoseiulus californicus*) sobre roseiras. 70

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 15 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 18 |
| 2.1 | Alguns aspectos do cultivo de rosas, e da floricultura em geral, no Brasil | 18 |
| 2.2 | O ácaro-rajado, <i>Tetranychus urticae</i> Koch, 1836 | 19 |
| 2.3 | Controle de ácaros-praga em cultivo protegido | 21 |
| 2.4 | Ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae Berlese, 1913 | 25 |
| 2.4.1 | <i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor, 1954) | 26 |
| 2.4.2 | <i>Phytoseiulus macropilis</i> (Banks, 1904) | 28 |
| 2.5 | Criação massal, liberação e monitoramento de inimigos naturais .. | 29 |
| 2.6 | Seletividade fisiológica de produtos fitossanitários aos ácaros predadores | 32 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 35 |
| 3.1 | Criação do ácaro-praga, <i>T. urticae</i>, em casa de vegetação | 35 |
| 3.1.1 | Criação do ácaro-praga, <i>Tetranychus urticae</i>, em laboratório | 35 |
| 3.2 | Obtenção e criação dos ácaros predadores em laboratório | 36 |
| 3.3 | Aspectos biológicos do ácaro predador <i>P. macropilis</i> | 37 |
| 3.3.1 | Desenvolvimento embrionário | 37 |
| 3.3.2 | Desenvolvimento pós-embrionário | 37 |
| 3.3.3 | Tabela de vida de fertilidade de <i>P. macropilis</i> | 38 |
| 3.4 | Potencial de predação de <i>P. macropilis</i> | 39 |
| 3.5 | Respostas funcional e numérica de <i>P. macropilis</i> | 39 |
| 3.6 | Controle biológico do ácaro-rajado, <i>T. urticae</i> em casa de vegetação | 42 |

| | |
|--|----|
| 3.6.1 Liberação dos ácaros predadores em roseiras atacadas por <i>T. urticae</i> | 42 |
| 3.6.2 Amostragens e monitoramento | 43 |
| 3.7 Avaliação do efeito residual de contato de produtos fitossanitários sobre fêmeas de <i>N. californicus</i> e <i>P. macropilis</i> | 44 |
| 3.7.1 Critérios utilizados para a avaliação do efeito residual de contato dos produtos fitossanitários sobre as fêmeas dos ácaros predadores | 46 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 48 |
| 4.1 Aspectos biológicos e tabela de vida de fertilidade de <i>P. macropilis</i> tendo como alimento <i>T. urticae</i> | 48 |
| 4.1.1 Aspectos biológicos de <i>P. macropilis</i> | 48 |
| 4.1.2 Tabela de vida de fertilidade de <i>P. macropilis</i> | 54 |
| 4.2 Potencial de predação de <i>P. macropilis</i> sobre as diferentes fases do desenvolvimento de <i>T. urticae</i> | 58 |
| 4.3 Respostas funcional e numérica de <i>P. macropilis</i> predando <i>T. urticae</i> | 62 |
| 4.4 Controle biológico do ácaro-rajado <i>T. urticae</i> em casa de vegetação | 68 |
| 4.4.1 Liberação dos ácaros predadores em roseiras atacadas por <i>Tetranychus urticae</i> | 69 |
| 4.5 Avaliação do efeito residual de contato de produtos fitossanitários sobre fêmeas de <i>P. macropilis</i> e <i>N. californicus</i> | 74 |
| 5 CONCLUSÕES | 82 |
| REFERÊNCIAS | 83 |

1 INTRODUÇÃO

Reconhecido como um ramo de negócio emergente e de alta lucratividade, o comércio de flores está em expansão no Brasil. Em 2013, o faturamento do setor foi de aproximadamente R\$5,2 bilhões e estima-se um crescimento na ordem de 8 a 10% para o ano de 2014 (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR, 2014).

Minas Gerais se destaca no setor, especialmente, pela produção de rosas e outras flores de corte convencional. Essa produção ocorre principalmente nos municípios de Barbacena, Andradas, Araxá e Munhoz, embora não se tenha dados atualizados dessa atividade no Estado (LANDGRAF; PAIVA, 2009).

A roseira, *Rosa* spp., de origem asiática, desenvolve-se bem no Brasil e é cultivada em várias regiões. Boa parte da produção ocorre em casas de vegetação que, embora ofereçam melhores condições para o controle de pragas e doenças, é também ambiente mais favorável à ocorrência das mesmas, com destaque para o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) como um dos principais problemas que afetam as roseiras em sistema de cultivo protegido (BARBOSA et al., 2005).

O controle de pragas é um dos desafios encontrados no cultivo de flores e plantas ornamentais, sendo inaceitável por parte do consumidor qualquer injúria causada pela ação de insetos e outros artrópodes, pois depreciam o produto final (flores e folhagem) que será comercializado (CARVALHO et al., 2009).

O uso de produtos químicos está cada vez mais complexo. A exigência dos produtores e consumidores pela redução de aplicação desses produtos é muito evidente (SEVERINO, 2007), mesmo assim, a pulverização com defensivos químicos ainda é a principal tática de controle, sendo realizado de forma preventiva (CARVALHO et al., 2012), que pode muitas vezes causar

desequilíbrios ecológicos e contaminação ambiental (TORRES et al., 2007), principalmente em função do uso abusivo desses produtos.

A preocupação dos consumidores com a saúde humana e com a preservação do meio ambiente tem incentivado pesquisas relacionadas ao uso de práticas agrícolas menos agressivas à natureza, voltadas à sustentabilidade do agroecossistema (CARVALHO et al., 2012). Além disso, a prática do manejo ecológico de pragas, preservando os inimigos naturais presentes no ambiente, torna-se muito importante, sendo indispensável o uso de produtos seletivos que minimizem os efeitos prejudiciais sobre a fauna e mantenha o equilíbrio ecológico do agroecossistema (BUSOLI, 1992).

O controle biológico é uma importante alternativa para o manejo de pragas. Além de ser eficiente, quando bem planejado agrega valor ao produto agrícola, estabelecendo uma imagem de produção ecológica para os consumidores (GUIMARÃES et al., 2010).

No estado do Ceará tem sido adotada a produção integrada de frutas (PIF) onde a redução, ou mesmo proibição, do uso de produtos químicos é uma exigência. Dessa forma, o controle biológico tem sido utilizado em frutíferas e em ornamentais para o controle do ácaro-rajado com a utilização dos ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1904) (Phytoseiidae). Esse método biológico de controle, além de reduzir a quantidade de defensivos químicos utilizados nas culturas traz outros benefícios como, por exemplo, menor exposição dos trabalhadores e menor quantidade de resíduos nas rosas e frutas produzidas (MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS - PROMIP, 2007, 2008).

Na Europa e nos Estados Unidos da América os custos do método biológico podem ser similares aos do controle químico, principalmente quando se estima a densidade da praga para então liberar o número apropriado de predadores, fazendo assim com que o controle biológico seja uma proposta

atrativa para uso em manejo de pragas (VAN LENTEREN, 2005; OPIT et al., 2009).

Para isso, entretanto, torna-se necessário o conhecimento de aspectos biológicos e de eficiência desses ácaros predadores sobre as pragas, para viabilizar a solução desses problemas através de estudos econômicos e ecológicos que afetem positivamente o setor produtivo.

Além disso, estudos de seletividade de produtos fitossanitários aos predadores da família Phytoseiidae são de grande importância, uma vez que, ácaros dessa família estão sendo cada vez mais utilizados para o controle biológico de pragas.

Dessa forma, objetivou-se de forma geral neste trabalho estudar a biologia de *P. macropilis* e o controle biológico do ácaro-rajado, em roseira (*Rosa alba* L.), com liberações dos predadores *P. macropilis* e *N. californicus*, isolados ou em associação um com o outro. Os objetivos específicos foram: estudar os aspectos biológicos de *P. macropilis* quando criado sobre *T. urticae*; elaborar a tabela de vida de fertilidade para *P. macropilis* tendo como presa *T. urticae*; avaliar o potencial de predação da espécie *P. macropilis* sobre ovos, larvas, ninfas e adultos de *T. urticae*; conhecer as respostas funcional e numérica de *P. macropilis* predando *T. urticae*; avaliar a seletividade fisiológica de produtos fitossanitários utilizados em roseiras para o controle de pragas e doenças, para fêmeas dos ácaros predadores *P. macropilis* e *N. californicus*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Alguns aspectos do cultivo de rosas, e da floricultura em geral, no Brasil

A roseira pertence à família Rosaceae, gênero *Rosa*, sendo cultivada há séculos. O número de espécies é motivo de controvérsia entre os autores. É estimado que existam mais de 30 mil cultivares de rosas, produtos de cruzamentos e retrocruzamentos efetuados durante o passar dos anos, das quais apenas cerca de 20 mil estão classificadas. Os países que mais investem em pesquisas para a obtenção de novas cultivares são: Holanda, Alemanha, Estados Unidos e Colômbia, sendo essas pesquisas financiadas geralmente por empresas privadas (BARBOSA et al., 2007; CASARINI, 2000).

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).

Os principais polos de produção de rosas no Brasil encontram-se no estado de Minas Gerais, nos municípios de Barbacena, Araxá e Munhoz, embora não se tenham dados recentes dessa atividade no estado (LANDGRAF; PAIVA, 2009), em Atibaia e Holambra no estado de São Paulo e em alguns Estados da região Nordeste (BARBOSA et al., 2005, 2007).

Segundo o IBRAFLOR (2014), em 2013 havia cerca de 8 mil produtores, incluindo flores de corte e de vaso, em uma área cultivada de 13,8 mil hectares, gerando mais de 200 mil empregos diretos, dos quais 49,5% relativos à produção; 3,1% relacionados à distribuição; 39,7% no varejo e 7,7% em outras funções, principalmente de apoio. Ainda no mesmo ano o faturamento foi de 5,2 bilhões de reais. Estima-se para 2014 um crescimento no faturamento

na ordem de 8 a 10%. Desde 2006 o segmento de flores tem registrado altas de 8 a 15% em volume e de 15 a 17% em valor (IBRAFLOR, 2014).

O Brasil possui vasto potencial para se tornar um grande produtor e exportador de flores e plantas ornamentais, sobretudo quando se trata da cultura da roseira, que já ocupa um lugar de destaque na floricultura nacional (BARBOSA et al., 2007; CASARINI, 2000).

O mercado consumidor é muito exigente com a quantidade e qualidade das rosas produzidas. E ainda, a concorrência externa exige dos produtores brasileiros uma preocupação constante com a qualidade no processo de produção. Tais fatos levam o produtor a se dedicar ao conhecimento bem aprofundado da cultura. A grande maioria das informações sobre a utilização de cultivos protegidos para a produção de rosas no Brasil é originária de outros países como Holanda, Israel, França, Estados Unidos e Colômbia. Sem dúvida, a experiência desses países é de grande importância, pois, serve de base para o desenvolvimento do sistema (BARBOSA et al., 2007; CASARINI, 2000).

De acordo com e Carvalho et al. (2012), Newman (1996) e Parrella, Hansen e Van Lenteren (1999) os maiores causadores de problemas em roseiras em sistema de cultivo protegido são: o ácaro-rajado, os tripes, os afídeos, as moscas-brancas e os artrópodes desfolhadores.

Assim sendo, é necessário o estudo permanente de manejo de pragas que ocorrem nesse tipo de sistema, a fim de garantir um controle eficiente, econômico e ecologicamente correto.

2.2 O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, 1836

Essa espécie de ácaro é encontrada em mais de 150 plantas de valores econômicos, nas quais se constitui em praga. É amplamente distribuída no mundo todo, e devido a isso apresenta variações morfológicas, fato que causou a

existência de inúmeras sinonímias (cerca de 50). Na Europa, por exemplo, é chamada de ácaro-vermelho por hibernar no inverno na forma adulta, no solo e base das plantas, época em que adquire coloração vermelha (REIS; SILVA; ZACARIAS, 2005).

Segundo Moraes e Flechtmann (2008) o ácaro-rajado é considerado 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 etc. O ácaro *T. urticae* apresenta a seguinte classificação taxonômica: Reino: Animal; Subreino: Metazoa; Filo: Arthropoda; Subfilo: Chelicerata; Classe: Arachnida; Subclasse: Acari; Superordem: Acariformes; Ordem: Prostigmata; Família: Tetranychidae; Gênero: *Tetranychus*; Espécie: *Tetranychus urticae*. Apresenta coloração esverdeada, exibindo também caracteristicamente 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 do que os machos e apresentam o corpo ovalado, enquanto que os machos apresentam um opistossoma mais estreito. Os machos possuem o comportamento de esperar a fêmea sair do último estágio ninfal e a ajudam a retirar a exúvia para imediatamente realizar a cópula, estando a fêmea já na fase adulta (FLECHTMANN, 1989; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Em seu desenvolvimento, os ácaros fitófagos da família Tetranychidae passam pelo estágio de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. Os estágios ninfais e adulto iniciam-se após intervalos de inatividade que são referidos como protocrisálida, deutocrisálida e teleiocrisálida. Cada fêmea pode ovipositar 100 ovos ou mais, apresentando grande potencial biótico, o que favorece um rápido aumento da população, em condições ideais para seu desenvolvimento (SCHNELLE et al., 1990).

Em casa de vegetação esses ácaros têm seu ciclo variando grandemente em função da temperatura, mas em condições de tempo quente e seco pode completar seu ciclo em sete dias. Condições de alta temperatura e baixa umidade relativa favorecem o desenvolvimento desse ácaro. Ácaros do gênero *Tetranychus* ocorrem geralmente na superfície inferior das folhas, onde tecem grande quantidade de teia. Sua dispersão se dá em “massa”, auxiliada pelo vento. O ciclo biológico de ovo a adulto tem duração de aproximadamente 10 dias. Apresenta facilidade de adaptação e espécimes resistentes aos produtos fitossanitários que ao serem selecionados darão origem a populações resistentes (REIS; SILVA; ZACARIAS, 2005).

Quanto a seus danos, o ácaro-rajado prefere a face inferior das folhas, embora ambas as faces possam ser atacadas se a infestação for alta. Causa severa clorose ao atacar as plantas, pois para se alimentar introduz seu estilete no tecido vegetal, rompendo as células epiteliais e removendo o seu conteúdo. 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; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

2.3 Controle de ácaros-praga em cultivo protegido

O ácaro-rajado *T. urticae*, o ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae), o ácaro do enfezamento do morangueiro *Phytonemus pallidus* (Banks, 1898) (Acari: Tarsonemidae), o ácaro-do-bronzeamento ou micro ácaro do tomateiro *Aculops lycopersici* (Tryon, 1917) (Acari: Eriophyidae) e o ácaro-dos-bulbos *Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze & Robin, 1868) (Acari: Acaridae) são ácaros fitófagos que ocorrem em sistema de

cultivo protegido e se destacam como pragas (REIS; SILVA; ZACARIAS, 2005).

Não existem estimativas brasileiras dos danos causados por ácaros fitófagos. Sabe-se, entretanto, que quase invariavelmente têm sido controlados com o uso de produtos fitossanitários, que são utilizados de forma recorrente, quando se faz uso desses produtos para o controle de outras pragas (CARVALHO et al., 2012; MORAES, 1991).

O uso frequente de acaricidas tem induzido o aparecimento de ácaros resistentes em diferentes culturas, aumentando os riscos de contaminação ambiental, intoxicação dos aplicadores e, além disso, pode onerar o custo de produção da cultura e tornar o controle de pragas um problema maior, dificultando assim sua recomendação aos produtores (CARVALHO et al., 2012; SATO et al., 1994).

Em muitas plantas ornamentais, especialmente flores, embora o controle biológico de ácaros-praga possa ser mais difícil em virtude da exigência de aparência sadia que o produto deve apresentar, os cultivos protegidos dão condições favoráveis aos ácaros predadores, que se destacam como um importante grupo de inimigos naturais de ácaros-praga (REIS; SILVA; ZACARIAS, 2005).

Dentre as principais espécies de ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae e utilizados em casa de vegetação se destacam *Galendromus occidentalis* (Nesbitt, 1951); *Iphiseius degenerans* Berlese, 1889; *Phytoseiulus longipes* Evans, 1958; *Neoseiulus barkeri* Hugges, 1948; *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954); *Neoseiulus cucumeris* Oudemans, 1930; *Neoseiulus fallacis* Garman, 1948; *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1904) e *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, 1957. Também são utilizados os ácaros predadores *Hypoaspis aculeifer* Canestrini, 1881 e *Hypoaspis miles* Berlese, 1892 (Acari: Laelapidae) (REIS; SILVA; ZACARIAS, 2005).

Tentativas consistentes e bem documentadas de se utilizar ácaros predadores como inimigos naturais de ácaros fitófagos foram iniciadas somente na segunda metade do século XX (MORAES, 2002; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

No Brasil, *P. macropilis* é utilizado como um predador de sucesso para o controle do ácaro-rajado em casa de vegetação (MORAES et al 2004; OLIVEIRA et al., 2007, 2009; SILVA et al., 2005). Essa espécie foi investigada para o uso como agente de controle biológico em países do Norte da Europa, onde uma avaliação de risco ambiental é exigida como parte de uma licença para a sua liberação (COCK et al., 2010).

Trabalhos realizados pela empresa PROMIP têm demonstrado na prática a eficiência da utilização dos ácaros predadores fitoseídeos para controle do ácaro-rajado em várias culturas, tais como: crisântemo, gérbera, rosa, morango, pêssego, dentre outras.

O emprego dos ácaros predadores tem sido considerado muito promissor em sistemas de produção orgânica e na produção integrada de frutas (PIF) onde a redução do uso de produtos químicos é uma exigência (PROMIP, 2008).

No Ceará tem sido adotado o uso de controle biológico do ácaro-rajado em flores com a utilização de *N. californicus* e *P. macropilis*. Esse método, além de reduzir a quantidade de defensivos químicos utilizados na cultura traz outros benefícios como menor exposição dos trabalhadores e menor quantidade de resíduos nas rosas e frutas produzidas (PROMIP, 2007).

O ácaro predador *P. persimilis* é usado como um agente de controle biológico de *T. urticae*, desde 1968, e é utilizado em aproximadamente vinte países (COCK et al., 2010).

Estudos sugerem que *P. macropilis* seria um agente de controle eficaz em países de climas temperados, pois, o predador permanece ativo a temperaturas abaixo do qual a praga é incapaz de se mover. Portanto, *P.*

macropilis tem o potencial de busca, enquanto a presa é incapaz de tomar uma ação evasiva, já *P. persimilis* parece ser menos eficaz nas mesmas condições (COOMBS; BALE, 2013).

A espécie *Neoseiulus barkeri* Hughes, 1948 (Phytoseiidae) já foi relatada na região Nordeste do Brasil ocorrendo naturalmente em plantas de mandioca, plantas nativas e gérbera (MORAES et al., 1993). Esse ácaro também pode ser empregado para o controle do ácaro-branco *P. latus* em diversas culturas como mamão, uva, orquídeas, batata entre outras (FAN; PETITT, 1994; PROMIP, 2014), no controle do ácaro do enfezamento do morangueiro *P. pallidus* e que pertence à família Tarsonemidae, a mesma do ácaro-branco (PROMIP, 2014; TUOVINEN; LINDQVIST, 2010), no controle de tripses *Scirtothrips citri* (Moulton, 1909) (Thysanoptera: Thripidae) em citros (GRAFTON-CARDWELL; OUYANG; STRIGGOW, 1999) e também já foi relatado em produtos armazenados na Grécia (PALYVOS; EMMANOUEL; SAITANIS, 2008).

Segundo Cruz (2002) independentemente de liberar uma ou mais espécies, algumas características devem ser apresentadas pelos inimigos naturais com potencial de sucesso, como alta habilidade de busca, alta taxa reprodutiva, alta especificidade, boa sincronização com a presa e alta adaptabilidade a diferentes condições ecológicas.

Fadini et al. (2008) observaram que, na seleção de predadores com potencial de utilização em programas de controle biológico, os seguintes critérios devem ser considerados: a) a taxa de crescimento populacional do predador deve ser maior que da presa; b) o predador deve ter habilidade em utilizar alimento alternativo à praga a ser controlada, o que facilita a criação massal e a sua permanência no campo c) o predador deve ser capaz de localizar plantas infestadas pelas pragas.

Entre as diversas vantagens inerentes ao controle biológico de pragas em cultivo protegido, de acordo com Van Lenteren (2005), destacam-se: a exposição reduzida do produtor e do aplicador aos produtos fitossanitários; a falta de resíduos nos produtos comercializados e os riscos extremamente baixos de poluição ambiental. Além dessas vantagens existem razões específicas que se destacam como mais importantes para os produtores nesse sistema de cultivo, que são: a não ocorrência de efeitos fitotóxicos em plantas jovens e não ocorrência de aborto prematuro de flores e frutos; a liberação de inimigos naturais é mais rápida e agradável do que aplicar produtos químicos em casas de vegetação, que são úmidas e quentes; a confiabilidade desse tipo de controle, para algumas pragas-chave o controle químico é difícil ou impossível, devido à resistência aos produtos fitossanitários e não há necessidade de respeitar período de carência entre a aplicação e a colheita.

2.4 Ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae Berlese, 1913

Os principais ácaros predadores já descritos pertencem à família Phytoseiidae, que pode ser considerada a primeira em importância sob o ponto de vista do controle biológico (MORAES, 2002; MORAES; FLECHTMANN, 2008; ZHANG, 2003).

Até 2004, cerca de 2.250 espécies foram descritas mundialmente, sendo que, no Brasil havia cerca de 130 espécies pertencentes a 24 gêneros (MORAES et al., 2004; MORAES; FLECHTMANN, 2008). Entretanto, no início de abril de 2014, já havia 2.709 espécies de Phytoseiidae descritas no mundo (2.436 espécies válidas), em 91 gêneros e três subfamílias (Amblyseiinae, Phytoseiinae e Typhlodrominae) e o Brasil ocupava a quarta posição com 190 espécies válidas (DEMITE; MCMURTRY; MORAES, 2014).

Todas as espécies pertencentes a essa família apresentam a apotele do palpo bifurcada, epistoma de bordo liso ou levemente serrado, escudo dorsal inteiro, ou dividido transversalmente, e com menos de 24 pares de setas. Nas fêmeas um par de espermatecas abre-se na região das coxas III e IV (FLECHTMANN, 1989; ZHANG, 2003).

O ciclo de vida desses ácaros predadores apresenta cinco estágios de desenvolvimento: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto sendo bastante curto, aproximadamente uma semana (CHANT, 1985; HOY, 1985; ZHANG, 2003).

De acordo com seu comportamento alimentar e com o nível de especialização em relação às presas que atacam, os fitoseídeos foram classificados em quatro grupos (McMURTRY; CROFT, 1997; MORAES; FLECHTMANN, 2008):

Grupo I: especializados na predação de ácaros do gênero *Tetranychus*;

Grupo II: atacam preferencialmente ácaros da família *Tetranychidae*;

Grupo III: generalistas, alimentando-se de ácaros de diferentes grupos, determinados insetos e outros tipos de alimentos e,

Grupo IV: generalistas que preferem pólen, mas podem também se alimentar de alguns ácaros e insetos.

A dispersão dos fitoseídeos ocorre principalmente pelo vento quando o alimento se torna escasso.

2.4.1 *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954)

É um ácaro predador do grupo II, pois ataca, preferencialmente, os ácaros da família *Tetranychidae*, podendo também se alimentar de outros ácaros, insetos e também de pólen.

Ácaro vulgarmente conhecido como ácaro-californiano ou pera, apresenta coloração palha. Vive cerca de 20 dias e coloca em média três ovos por dia no período de oviposição. A proporção sexual é de quatro fêmeas para um macho. É considerado um excelente predador para o controle de ácaros em roseiras e hortaliças, sobrevivendo, também, por longos períodos sem a presença de presas. Em morangueiro, pode ser utilizado no controle de ácaros da família Tarsonemidae, como *P. pallidus* e *P. latus*, e também para o controle do ácaro-rajado. Esse predador é tolerante a altas temperaturas e baixa umidade. Em média necessita de 60% de umidade e temperatura entre 15 e 30 °C, podendo tolerar até 35 °C. Apresenta baixo consumo de presas ao dia, sendo que essa característica permite que tenha maior sobrevivência em condições de ausência de alimento, podendo também sobreviver do consumo de pólen (BIOBEST, 2014; REIS; SILVA; ZACARIAS, 2005).

De acordo com Bambara (1998) as espécies *G. occidentalis* e *N. californicus* podem ser mais apropriados para uso em culturas semipermanentes em casa de vegetação, tais como rosa e gardênia do que em culturas vegetais de ciclo curto, quando comparados aos ácaros *P. persimilis* e *P. macropilis*. O ácaro predador *N. californicus* pode ser considerado uma melhor escolha para o controle de tetraniquídeos em roseiras se introduzido de forma preventiva.

Van Schelt (1999) observou que, 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 mais resistente a produtos químicos do que *P. persimilis*.

Menyhért e Linden (2002) avaliando a redução de *T. urticae* com a utilização de *N. californicus* e *P. persimilis* em roseiras, ao ar livre, concluíram que ocorreu a redução do ácaro fitófago em todas as parcelas e que essa redução foi mais rápida nas parcelas com *N. californicus* do que nas parcelas com *P.*

persimilis. Afirmaram ainda que, algumas espécies, entre elas *N. californicus*, são capazes de se manter por longo período de tempo na ausência de presa.

Segundo Monteiro (2002b) após a criação de *N. californicus* em estufas e liberações inundativas nos pomares de maçã em Vacaria, Rio Grande do Sul, constatou que no primeiro ano em que houve a associação de acaricidas com ácaros predadores ocorreu a redução do número de ovos de inverno do ácaro-vermelho [*Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Tetranychidae)], em torno de 1,3 ovo por unidade de amostragem contra 59,8 ovos na testemunha. No segundo ano, 58 % das macieiras não foram pulverizadas com acaricidas e nos dois anos subsequentes, o controle do ácaro-vermelho foi realizado exclusivamente com ácaros predadores. O ácaro *N. californicus* passou o inverno nas plantas invasoras do pomar e migrou espontaneamente para a copa das macieiras nos anos subsequentes à sua introdução.

2.4.2 *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1904)

É um ácaro predador do grupo I, pois, é especializado na predação de ácaros do gênero *Tetranychus*.

Conhecido como ácaro-tropical, possui aproximadamente 0,5 mm de comprimento, formato de pera, coloração alaranjada e não se alimenta de outros artrópodes ou pólen, somente de ácaros da família Tetranychidae. É encontrado na superfície inferior das folhas sob a teia do ácaro-rajado ou próximo da nervura principal. Quando tocado movimenta-se rapidamente e tem comportamento de busca ativa por presa. Uma fêmea pode consumir até sete adultos ou 20 imaturos ou 25 ovos de tetraniquídeo por dia. A fêmea coloca em média 2,5 ovos/dia por um período aproximado de 30 dias. A proporção sexual é de quatro fêmeas para um macho. Ocorre naturalmente, em baixas populações,

em condições de campo e em muitas espécies vegetais na maioria das regiões do Brasil (REIS; SILVA; ZACARIAS, 2005).

Com o objetivo de determinar as espécies de ácaros predadores associados à cultura do morango e em plantas associadas, no estado do Rio Grande do Sul, Ferla, Marchetti e Gonçalves (2007) observaram que *P. macropilis* e *N. californicus* foram as espécies mais abundantes com 421 e 237 espécimes coletados, respectivamente.

Trabalhos conduzidos em Jaguariúna, São Paulo, têm demonstrado a eficiência de predadores fitoseídeos nativos no controle do ácaro-rajado em moranguinho. Duas espécies nativas, *Neoseiulus idaeus* (Denmark & Muma, 1973) e *P. macropilis* conseguiram reduzir significativamente a população do ácaro-rajado quando liberados no início da fase de infestação da praga, em condições experimentais (WATANABE et al., 1994). O mesmo foi observado por Fadini et al. (2008), onde *P. macropilis* foi encontrado na cultura do morango predando populações de ácaro-rajado com grande potencial para ser utilizado no controle biológico.

No Brasil, trabalhos com *P. macropilis* têm demonstrado excelentes resultados no controle biológico do ácaro-rajado em especial nas condições de cultivo protegido, que é uma atividade em expansão, sobretudo para floricultura e hidroponia de hortaliças, as quais oferecem excelentes condições para o desenvolvimento de ácaros fitófagos (MORAES et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2007, 2009; SILVA et al., 2005).

2.5 Criação massal, liberação e monitoramento de inimigos naturais

Muitos dos inimigos naturais produzidos para controle biológico em cultivo protegido são criados em hospedeiros naturais (as pragas) e plantas hospedeiras (VAN LENTEREN, 1995, 2000).

A produção massal de inimigos naturais para uso aplicado produz quantidade suficiente de espécimes para a implantação ou manutenção do controle biológico clássico ou inundativo. Os sistemas de criação massal de ácaros da família Phytoseiidae têm por finalidade suprir liberações sucessivas objetivando equilibrar o nível populacional do ácaro predador com o nível populacional do ácaro-praga.

O objetivo de um sistema de produção de fitoseídeos é obter a quantidade máxima de espécimes com o mínimo de investimento (custos, espaço e trabalho). Envolve quatro etapas: criação em estufas ou salas; cultivo de plantas hospedeiras do ácaro-praga, das quais o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e a soja (*Glycine max* Merr.) são as espécies mais utilizadas; produção de alimento (ácaro-praga) para o predador fitoseídeo (*T. urticae* é o mais utilizado) e a manutenção de fitoseídeos em populações puras (MORAES, 2002).

Diversos métodos de criação massal estão em uso principalmente em países da América do Norte e Europa. Esse método deve ser selecionado com cuidado, de forma a ser evitada a ocorrência de fatores que podem interferir negativamente nesse processo. A produção de predadores diretamente sobre as plantas, onde as suas presas também são criadas, constitui-se em método eficiente e menos oneroso dentre outros métodos que podem ser utilizados. Para isso pode ser usado, além de plantas de feijoeiro (*P. vulgaris*), o feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) D C.], sendo este último mais propício a essa finalidade, uma vez que é muito menos afetado por enfermidades de raízes. As condições ambientais no local de criação devem ser as mais próximas possíveis das condições em que os organismos estarão sujeitos por ocasião da liberação, incluindo as condições climáticas, as características do substrato em que os predadores serão produzidos, a alimentação oferecida etc., para evitar riscos de ocorrência de modificações indesejáveis nas características genéticas e biológicas desses predadores (MORAES, 2002).

O domínio da metodologia de criação de ácaros é essencial para o sucesso do controle biológico inundativo. Bueno (2001) destacou que as taxas de introduções do ácaro predador em relação à praga dependerão de uma série de fatores, como o tipo de cultivo, da população da praga e das condições climáticas prevalentes.

Embora não se constitua em regra geral para todas as espécies de ácaros predadores, já foi demonstrado que as liberações preventivas ou logo após os primeiros sinais de dano do ácaro-praga, ou seja, quando a população ainda é baixa, os predadores são mais eficientes e o processo tem menor custo (BIOBEST, 2014). Insucessos no controle biológico poderão ocorrer se os predadores forem liberados tardiamente. Outro aspecto a considerar é que as condições de criação devem ser similares às condições em que ele será utilizado como inimigo natural em casa de vegetação comercial (BUENO, 2001).

Em alguns casos a utilização de produto químico seletivo, ou outro não residual, é recomendável para reduzir a infestação antes da liberação do inimigo natural. Conhecimentos da biologia e monitoramento de populações da praga são críticos para a decisão de quando devem ser feitas as liberações (BESSIN; TOWNSEND; ANDERSON, 1997).

A determinação da quantidade de ácaros, distribuição e frequência das liberações são difíceis, mas, é muito importante porque se poucos predadores são liberados o controle pode ser obtido tardiamente, depois de ser atingido o nível de dano da praga. Se muitos predadores são introduzidos pode correr o risco de diminuir muito a população da praga e, conseqüentemente, também a do inimigo natural por falta de alimento (VAN LENTEREN; WOESTS, 1988).

Para roseiras a Biobest (2014) recomenda a liberação preventiva de *N. californicus* começando com 2 a 4 ácaros predadores/m² para o controle do ácaro-rajado e que deve ser repetida se necessário. Para a utilização de *P. persimilis* recomenda a liberação de 4 a 6 ácaros predadores/m² assim que o

primeiro ácaro-rajado seja detectado, podendo chegar até 20 ácaros predadores/m² dependendo da infestação.

Monteiro (2002b), em condições de campo, observou que os adultos de *N. californicus* levaram de 12 a 24 horas para migrarem das folhas de feijoeiro, onde foram criados, para as macieiras *Malus* spp. As liberações, normalmente, eram realizadas entre 8 e 12 horas e 16 e 18 horas, evitando dias chuvosos, e ainda sempre que possível as liberações ocorriam no período da tarde, pois as folhas do feijoeiro permaneceram mais tempo túrgidas e abertas, o que facilitava a passagem do ácaro predador para as macieiras.

A detecção e diagnose da infestação da praga, o mais cedo possível, permitirão tomar a decisão de controlar a praga no momento certo, antes que se torne um problema difícil de ser solucionado. Deve ser criado o hábito de realizar inspeções das plantas, semanalmente, em todas as seções da casa de vegetação (BESSIN; TOWNSEND; ANDERSON, 1997) para decisão de início de liberação do inimigo natural.

2.6 Seletividade fisiológica de produtos fitossanitários aos ácaros predadores

O controle de pragas e doenças com produtos químicos está cada vez mais complexo. A exigência dos consumidores pela redução de aplicação desses produtos está cada vez mais evidente (SEVERINO, 2007), porém, ainda têm sido empregados, podendo causar desequilíbrios ecológicos e contaminação ambiental (TORRES et al., 2007), principalmente em função do uso abusivo e que nem sempre apresenta resultados satisfatórios e duradouros, o que justifica e intensifica a busca por uma agricultura mais biológica, autossustentável e limpa (SEVERINO, 2007).

Poletti, Collette e Omoto (2008) observaram que a população de *N. californicus* foi menos susceptível que a de *P. macropilis* ao efeito de vários produtos químicos utilizados em cultivos protegidos. Os autores sugerem então que *N. californicus* seja utilizado em áreas comerciais onde geralmente se aplicam produtos químicos. Com relação à *P. macropilis* a seleção de linhagens menos susceptíveis a esses produtos seria uma estratégia que contribuiria para a sua preservação em áreas comerciais.

Ruiz e Moraes (2008) estudaram a mortalidade do ácaro predador *N. californicus* por meio de testes de toxicidade residual de inseticidas (azimphos-methyl, carbaryl e cyfluthrin), e acaricidas (cyhexatin e propargite) usuais em pomáceas. Dos cinco produtos testados, os maiores efeitos negativos sobre a sobrevivência de *N. californicus* corresponderam aos acaricidas. Azimphos-methyl foi o produto que menos afetou a sobrevivência do ácaro predador e por isso pode ser recomendado no manejo de *Cydia pomonella* (L., 1758) (Lepidoptera: Tortricidae), a traça-da-maçã, praga-chave da cultura de pomáceas, visando à conservação do ácaro predador.

Ochiai et al. (2007) em trabalho realizado para avaliar a toxicidade de bifenazato e seu principal metabólito ativo (diazene) em *T. urticae* e *Panonychus citri* (McGregor, 1916) (Tetranychidae) e também aos predadores *N. californicus* e *P. persimilis*, concluíram que tal produto foi seletivo aos dois ácaros predadores, podendo assim ser utilizado no manejo integrado de pragas (MIP). Estudos realizados por Amin, Mizell e Flowers (2009) com a resposta do ácaro predador *P. macropilis* a pesticidas e cairomônios relataram que vários pesticidas, entre eles, Orthene® e Diazinon® (inseticidas) não foram tóxicos ao predador, sendo assim recomendados também para o MIP.

Torna-se muito importante a prática do manejo ecológico de pragas, preservando os inimigos naturais presentes no ambiente. Para isso, é indispensável a escolha de produtos seletivos que minimizem os efeitos

prejudiciais sobre a fauna e mantenha o equilíbrio biológico do agroecossistema (BUSOLI, 1992).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Acarologia da EPAMIG-Sul de Minas/Centro de Pesquisa em Manejo Ecológico de Pragas e Doenças de Plantas - EcoCentro, Lavras, MG e em casa de vegetação na Fazenda Experimental da EPAMIG em Lavras (FELA).

3.1 Criação do ácaro-praga, *T. urticae*, em casa de vegetação

A casa de vegetação utilizada apresentava uma área total de 102,4 m², sendo 16,0 m de comprimento e 6,4 m de largura. Para essa criação foram utilizadas plantas de feijão-de-porco (*C. ensiformis*). A cada semana foram semeadas aproximadamente seis sementes de feijão por vaso de 20x15cm, contendo terra de barranco, totalizando 30 vasos, conforme descrito por Monteiro (2002a). Os ácaros-rajado foram obtidos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - Campus de Inconfidentes.

3.1.1 Criação do ácaro-praga, *Tetranychus urticae*, em laboratório

Foi mantida no Laboratório de Acarologia da EPAMIG Sul de Minas/ EcoCentro, em condições controladas de temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h, uma criação do ácaro-praga *T. urticae* para servir de alimento aos ácaros predadores e auxiliar nos trabalhos que foram realizados. Foram utilizadas placas de Petri (15 cm de diâmetro) sem tampa. Dentro da placa de Petri foi colocada espuma com 1 cm de espessura ocupando todo o fundo da placa, que posteriormente foi mantida constantemente umedecida com água destilada. Em cima da espuma foi colocada uma folha de feijão-de-porco rodeada por tiras de algodão, em contato também com a espuma úmida, para

evitar a fuga dos ácaros e para a maior conservação da folha de feijão. Sobre as folhas de feijão-de-porco foram colocados os ácaros-praga (fitófagos). Essas folhas foram trocadas semanalmente.

3.2 Obtenção e criação dos ácaros predadores em laboratório

Os ácaros predadores, *N. californicus* e *P. macropilis*, foram obtidos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - Campus de Inconfidentes.

Foram criados em laboratório, em condições controladas de temperatura a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h, e mantidos ao longo do trabalho, para se ter uma parte da população em condições mais controladas e, também, em quantidade suficiente para utilização na fase inicial das atividades. Para manutenção dessa criação em laboratório, esses ácaros foram colocados em arenas de lâminas plásticas de PVC flexível e de cor preta (26 x 22 cm) sobre isopor do mesmo tamanho, algodão e água dentro de bandejas plásticas (32 x 26,5 x 5,5 cm). Ao redor do isopor e da arena foi colocado algodão úmido o qual serviu para evitar a fuga dos ácaros e também para conservar as folhas de feijão-de-porco (os pecíolos das folhas eram colocados sob o algodão) infestadas com o ácaro-praga, o qual serviu de alimento aos predadores. Na medida em que as folhas murchavam outras novas, e infestadas com *T. urticae*, eram colocadas por cima, metodologia adaptada de McMurtry e Scriven (1964). Esse sistema é muito utilizado para a obtenção de um grande número de predadores em cada unidade de criação, o que foi importante para garantir a disponibilidade de ácaros predadores durante todas as etapas do trabalho.

3.3 Aspectos biológicos do ácaro predador *P. macropilis*

Para os estudos de aspectos biológicos de *P. macropilis* foram avaliados o desenvolvimento embrionário, desenvolvimento pós-embrionário e a tabela de vida de fertilidade do predador tendo como presa *T. urticae*.

3.3.1 Desenvolvimento embrionário

Ovos do predador em número de 43 e com menos de 12 horas de idade, foram coletados na criação de laboratório, individualizados e mantidos sobre discos de folhas de feijão-de-porco de 3 cm de diâmetro, sobre ágar/água a 3% no interior de placas de Petri (5 cm de diâmetro). As placas foram vedadas com filme de PVC para impedir a fuga das larvas eclodidas. Os ovos foram observados diariamente, às 8h e 16h, para determinar a eclosão da larva.

3.3.2 Desenvolvimento pós-embrionário

O desenvolvimento pós-embrionário foi observado com o predador tendo como alimento *T. urticae*. Em todos os estágios imaturos (larvas e ninfas) as observações dos espécimes foram feitas duas vezes ao dia, às 8h e 16h. Após a eclosão das larvas foram observadas as durações em dias de cada estágio do desenvolvimento do ácaro: larva, protoninfa, deutoninfa e o período ovo-adulto. Foram utilizados 43 espécimes para avaliação do período imaturo do predador *P. macropilis*.

Para o estudo dos ácaros adultos, foram formados 43 pares com os ácaros ainda no estágio de deutoninfa e machos da criação. Desses 43 pares, foram formados 29 casais. Os machos que morriam eram substituídos por outros da criação. Cada casal foi confinado em placas de Petri (5 cm de diâmetro)

contendo Ágar/água e folha de feijão-de-porco como descrito anteriormente. A partir da formação dos casais foram observados os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e a longevidade da fêmea e do macho, conforme metodologia utilizada por Reis et al. (2007). Na fase adulta foi feita apenas uma observação ao dia, às 16 horas.

As presas, para alimentação do predador, foram colocadas diariamente, em número mais que suficiente para o desenvolvimento do predador (cerca de 30).

3.3.3 Tabela de vida de fertilidade de *P. macropilis*

A tabela de vida de fertilidade para o ácaro predador *P. macropilis* foi confeccionada com os dados de sobrevivência (l_x), fertilidade específica (m_x) e razão sexual, partindo de fêmeas ainda na fase de deutoninfa. Cada deutoninfa, juntamente com um macho, foi colocada em uma placa de Petri (5 cm de diâmetro) contendo ágar/água e arenas de folha de feijão-de-porco, como citado anteriormente, e observada a cada 24h. Foram contados e retirados os ovos postos pelas fêmeas no período, assim como os ácaros adultos mortos.

Para confecção da tabela de vida foi utilizada a metodologia de Andrewartha e Birch (1954¹ apud SILVEIRA NETO et al., 1976). A partir dos valores obtidos como o intervalo de idades (x), fertilidade específica (m_x) e probabilidade de sobrevivência (l_x) foram calculados os valores de $R_0 = \sum m_x l_x$ (taxa líquida de reprodução ou número de vezes que a população aumenta a cada geração), $T = \sum m_x l_x x / \sum m_x l_x$ (intervalo de tempo de cada geração), $r_m = \ln R_0 / T$ (taxa intrínseca de crescimento populacional), $\lambda = e^{r_m}$ (razão finita de aumento) e

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.

TD tempo necessário para que a população duplicasse em número que, segundo Tanigoshi et al. (1975), é igual a $\ln 2 / r_m$.

3.4 Potencial de predação de *P. macropilis*

Os experimentos foram conduzidos nas mesmas condições anteriores, ou seja, em placas de Petri contendo Ágar/água e arenas de folha de feijão-deporco. Tanto os ácaros predadores como pragas foram obtidos de criação de manutenção. Os predadores ficaram 24h sem alimentação antes de serem colocados nas arenas experimentais.

Foram realizados experimentos com as combinações possíveis entre as fases de desenvolvimento do ácaro predador (ninfa, adulto macho e adulto fêmea) e cada fase de desenvolvimento de *T. urticae* (ovo, larva, ninfa, adulto macho e adulto fêmea), fatorial 3 x 5, com delineamento inteiramente ao acaso. Foram colocados 40 ácaros de *T. urticae*/placa nas respectivas fases a serem testadas, com 10 repetições para cada tratamento. A larva do predador não foi utilizada nos testes, pois, essa fase tem duração menor que um dia. Após 24h da introdução dos ácaros nas arenas, foram contados os ácaros predados, mortos naturalmente e vivos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o uso do software SigmaPlot (SIGMAPLOT..., 2004).

3.5 Respostas funcional e numérica de *P. macropilis*

Fêmeas adultas de *P. macropilis* foram confinadas por oito dias em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo Ágar/água e arenas de folha de feijão-deporco, como citado anteriormente. As presas, constituídas por fases

imaturas de *T. urticae* foram colocadas nas placas nas quantidades de: 1, 2, 5, 10, 20, 30, 35 (com sete repetições), 45 (com quatro repetições), 55 (com três repetições), 70, 100, 125, 200 e 300 (com duas repetições). As variações nas repetições se deram devido ao grande número de espécimes de ácaros que eram necessários.

Foram utilizadas larvas e ninfas do ácaro *T. urticae* por serem as fases mais predadas pelos fitoseídeos em geral. Como testemunhas foram mantidas arenas com as mesmas quantidades de *T. urticae*, sem predador, para observação da mortalidade natural. O número de presas mortas e o de ovos colocados pelo predador foram avaliados a cada 24 h, com a remoção das presas mortas não predadas e dos ovos.

Durante seis dias foi repostado o número de presas até o limite da quantidade inicial.

A resposta funcional para o predador *P. macropilis* foi obtida por meio do modelo de Holling (1959). Como passo inicial foi ajustado um modelo de regressão logística (1) para determinar a forma da curva da resposta funcional da interação predador-presa considerando a proporção de presas atacadas (N_a/N_o) como função da densidade de presas oferecidas (N_o) (JULIANO, 2001).

O modelo de regressão logística cúbica assume como preditor linear uma função polinomial para descrever a relação linear entre N_a/N_o e N_o com L_0 , L_1 , L_2 e L_3 representando os coeficientes intercepto, linear, quadrático e cúbico, respectivamente. Para estimar os coeficientes, foi utilizado o método da máxima verossimilhança. Se $L_1 > 0$ e $L_2 < 0$, então a proporção de presas consumidas é assumida como sendo uma densidade positivamente dependente, configurando uma resposta funcional do Tipo III. Por outro lado, se $L_1 < 0$, a proporção de presas oferecidas tem um declínio monotônico com o número inicial de presas oferecidas, configurando uma resposta funcional do Tipo II (JULIANO, 2001).

$$\frac{N_a}{N_o} = \frac{\exp(L_0 + L_1 N_o + L_2 N_o^2 + L_2 N_o^3)}{1 + \exp(L_0 + L_1 N_o + L_2 N_o^2 + L_2 N_o^3)} \quad (1)$$

Uma vez definido o tipo da resposta funcional, um modelo que relacione o número de presas atacadas para uma fêmea do ácaro *P. macropilis* como função da densidade de presas *T. urticae* foi considerado. Entre os modelos de resposta funcional, o modelo de Holling (1959) é dado por (2):

$$N_a = \frac{aTN_o}{1 + aN_oT_h} \quad (2)$$

onde a é o parâmetro associado à taxa de ataque do predador, T_h é o tempo de procura do predador pela presa (*handling time*), T o tempo de exposição da presa ao predador (nesse caso foi de 1 dia) e N_o o número ou densidade de presa oferecida (HOLLING, 1959). O modelo (2) é não linear nos parâmetros e seus parâmetros foram estimados pelo método dos mínimos quadrados (JULIANO, 2001).

A resposta numérica foi avaliada segundo um modelo de regressão quadrática, dada por:

$$y = b_0 + b_1 N_o + b_2 N_o^2 \quad (3)$$

em que b_0 , b_1 e b_2 são os coeficientes ou parâmetros do modelo, N_o a densidade de presas oferecida e y a oviposição média por dia do predador. Os parâmetros do modelo (3) foram estimados pelo método dos mínimos quadrados. Eventualmente, para estabilizar a variância da resposta no modelo (3) foi

considerada a regressão ponderada, considerando os pesos dados pelo inverso da densidade de presas oferecidas ($1/N_o$).

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software* estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014).

3.6 Controle biológico do ácaro-rajado, *T. urticae* em casa de vegetação

Os experimentos foram realizados entre os meses de setembro e novembro de 2012. Foram utilizadas mudas de roseiras de cor branca (*Rosa alba* L.) de aproximadamente quatro anos, envasadas (vasos de 22 L), enxertadas (enxerto de mesa), por serem mais produtivas. Como substrato foi utilizado terra de barranco, esterco e areia. Durante o ciclo da cultura ocorreram limpezas e podas quando necessário, para não afetar a população de ácaros predadores no período das liberações.

3.6.1 Liberação dos ácaros predadores em roseiras atacadas por *T. urticae*

Foram utilizados cinco tratamentos: (T1) - testemunha, roseiras somente com *T. urticae*; (T2) - roseiras com *T. urticae* e *N. californicus*; (T3) - roseiras com *T. urticae* e *P. macropilis* e (T4) - roseiras com *T. urticae*, *N. californicus* e após quatro semanas *P. macropilis*, (T5) - roseiras com *T. urticae*, *N. californicus* e *P. macropilis*. Assim, o experimento constou de cinco tratamentos e cinco repetições (sendo cinco plantas/ tratamento) em delineamento experimental inteiramente ao acaso.

Como é conhecido que tanto os ácaros fitófagos quanto os predadores têm tendência de se dispersarem, as roseiras foram colocadas individualizadas dentro de gaiolas de madeiras cobertas com tecido “voil” e nas dimensões de 0,60 x 0,60 x 1,50 m a fim de serem obtidos resultados mais consistentes.

Inicialmente foi realizada a infestação das roseiras com 20 fêmeas do ácaro-rajado por planta. Após nove dias da infestação com o ácaro-rajado realizou-se a primeira liberação dos predadores. Essa metodologia foi baseada no trabalho desenvolvido por Walzer e Shausberger (2005), com algumas modificações.

No tratamento T1 não houve liberação de predadores; nos tratamentos T2 e T3 foram liberados dois ácaros predadores por semana até atingir o número de 16 (após oito semanas de liberação); no tratamento T4 inicialmente foram liberados apenas dois ácaros predadores *N. californicus* por semana no primeiro mês de avaliação, até o número de oito e após foi liberado apenas dois ácaros predadores *P. macropilis* da mesma forma como citado anteriormente, ou seja, até o número de oito, totalizando também 16 ácaros predadores (oito de cada espécie). No tratamento T5 foram liberados dois ácaros predadores por semana sendo um de cada espécie em estudo.

Os predadores foram liberados entre 8h e 12h em folhas com sinais de infestação do ácaro-praga, e a transferência foi feita com pincel de ponta fina. As liberações foram realizadas por um período de dois meses, totalizando oito liberações.

3.6.2 Amostragens e monitoramento

Uma semana após a infestação com o ácaro-rajado e antes da liberação dos predadores foram coletados, semanalmente, folíolos das roseiras, na proporção de seis/planta, dois de cada parte da planta (apical, mediana e basal), aleatoriamente. Os folíolos coletados de cada seção foram identificados e colocados separadamente e imediatamente levados ao laboratório, devidamente acondicionadas em sacos de papel envolvidos por sacos de polietileno e

colocados em isopor contendo gelo, para que fosse efetuada a contagem dos ovos e das formas ativas dos ácaros ali existentes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância (FERREIRA, 2008).

3.7 Avaliação do efeito residual de contato de produtos fitossanitários sobre fêmeas de *N. californicus* e *P. macropilis*.

Antes dos testes foi solicitado um levantamento com a Dra. Livia Mendes de Carvalho (pesquisadora da EPAMIG/Risoleta Neves) dos produtos fitossanitários registrados e utilizados pelos produtores para o controle de pragas e doenças em roseiras, na região Campos das Vertentes em Minas Gerais. Desses produtos 11 foram testados (Tabela 1).

As pulverizações dos produtos foram realizadas em torre de Potter a uma pressão de 15 lb/pol², com volume médio de aplicação 1,5±0,5 mg/cm² de superfície no Laboratório de Acarologia da EPAMIG Sul de Minas/EcoCentro, em Lavras, MG. Foram utilizadas as máximas dosagens recomendadas pelos fabricantes para o controle de pragas e doenças em roseiras.

Para o ácaro predador *N. californicus* 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 (BAKKER et al., 1992). Lamínulas de vidro de 20 x 20 mm, 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 (REIS et al., 1998). Nessas condições, a lamínula ficou mais ou menos no centro da placa, não tocando na borda, impedindo a fuga dos ácaros. Após a aplicação dos produtos as lamínulas foram deixadas por uma hora para secar em temperatura

ambiente. Logo após, foram transferidos com pincel fino, para cada uma das lamínulas, cinco fêmeas de *N. californicus*. Foram utilizadas apenas as fêmeas, pois, essa é a fase responsável pela perpetuação da espécie e também um dos objetivos foi avaliar o efeito do produto na reprodução do ácaro predador. Como alimento aos sobreviventes foi oferecido pólen de mamoneira (*Ricinus communis* L.).

Para o ácaro predador *P. macropilis*, arenas de 3 cm de diâmetro foram confeccionadas com folhas de feijão-de-porco e colocadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo Ágar/água a 3%. As placas foram pulverizadas com os produtos e deixadas por uma hora para secar em temperatura ambiente. Logo após foram transferidos com pincel fino, para cada arena, cinco fêmeas de *P. macropilis*. Como alimento aos sobreviventes foi oferecido ácaro-rajado em todas as fases do ciclo de vida. As placas foram vedadas com filme plástico para evitar a fuga dos ácaros.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 12 tratamentos, sendo 11 produtos e a testemunha onde foi pulverizada apenas água destilada, sete repetições para *N. californicus* e cinco repetições para *P. macropilis*.

Essa metodologia não foi utilizada para *N. californicus*, pois, como esses ácaros são brancos, ficava difícil encontrá-los no ágar-água e na placa, assim como seus ovos.

As avaliações, para verificação do efeito residual, foram realizadas diariamente durante seis dias após as aplicações, com o auxílio de microscópio estereoscópio. Foi avaliado o número de fêmeas vivas do predador, de ovos colocados e de larvas eclodidas a fim de avaliar a viabilidade dos ovos.

Para os produtos que foram enquadrados nas classes 3 e 4, um novo experimento foi realizado com o intuito de avaliar o tempo do efeito residual desses produtos nocivos sobre os ácaros. Lamínulas foram pulverizadas com os

produtos em número suficiente (aproximadamente 50) todas no mesmo dia e foram montados experimentos com 5 repetições com 5 fêmeas do predador cada, todos os dias, até a obtenção de uma carência segura, ou seja, as lamínulas foram avaliadas diariamente até que não fosse mais encontrada mortalidade de fêmeas. Na testemunha as lamínulas foram pulverizadas com água destilada. Essas lamínulas já sem resíduo foram então avaliadas por mais seis dias para verificação do efeito residual do produto na reprodução das fêmeas e uma nova classificação foi atribuída ao produto de acordo com a escala da IOBC.

Tabela 1 Algumas características técnicas dos produtos fitossanitários selecionados, utilizados em roseiras, testados em *Neoseiulus californicus* e *Phytoseiulus macropilis*, em condições de laboratório.

| Princípio Ativo | Produto comercial | Grupo químico | Dosagem PC* utilizada | Categoria Agronômica | Classe Toxicológica** |
|--------------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|
| Methiram+Pyraclostrobin | Cabrio Top* | Alquilenobis e Estrobilurinas | 200g/100L H ₂ O | Fungicida | III |
| Thiofanate-Methyl | Cercobin 700 WP* | Benzimidazol | 70g/100L H ₂ O | Fungicida | I |
| Boscalid+Kresoxim-methyl | Collis* | Anilida e Estrobilurina | 50mL/100L H ₂ O | Fungicida | III |
| Chlorothalonil | Daconil BR* | Isoftalonitrila | 200g/100L H ₂ O | Fungicida | I |
| Propargite | Omite 720 EC* | Fenoxiciclohexil | 30mL/100L H ₂ O | Acaricida | I |
| Chlorfenapyr | Pirate* | Análogo de pirazol | 50mL/100L H ₂ O | Acaricida-inseticida | III |
| Mandipropamid | Revus* | Éter Mandelamida | 0,6L/ha | Fungicida | II |
| Mancozeb+Metalaxyl-M | Ridomil Gold MZ* | Fenilamida = Ditiocarbamato | 300g/100L H ₂ O | Fungicida | III |
| Difenoconazole | Score* | Triazol | 80mL/100L H ₂ O | Fungicida | I |
| Bifenthrin | Talstar 100 EC* | Piretróide | 30mL/100L H ₂ O | Acaricida-inseticida | III |
| Pyriproxifen | Tiger 100 EC* | Éter Pirdiloxipropílico | 75mL/100L H ₂ O | Inseticida | I |

*PC= Produto Comercial; ** Classe toxicológica legal do Brasil "Lei 7.802/1989" 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, 1989, 1990, 2014).

3.7.1 Critérios utilizados para a avaliação do efeito residual de contato dos produtos fitossanitários sobre as fêmeas dos ácaros predadores

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, de acordo com a IOBC/WPRS (BAKKER et al., 1992), sendo $E\% = 100\% - (100\% - M_c) \times E_r$, onde M_c = mortalidade corrigida (ABBOTT, 1925) e E_r = efeito na reprodução.

Durante seis dias as fêmeas vivas foram diariamente contadas, bem como o número de ovos viáveis postos (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 das fêmeas (R) nos tratamentos 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: $R = \text{número de ovos viáveis} / \text{número de fêmeas vivas}$. Foram considerados como válidos somente os testes em que a mortalidade na testemunha foi no máximo 20% (BAKKER et al., 1992).

Os valores dos efeitos totais encontrados para cada produto testado foram classificados nas classes de 1 a 4, conforme critérios estabelecidos pela IOBC/WPRS para enquadrar 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 ou 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).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos biológicos e tabela de vida de fertilidade de *P. macropilis* tendo como alimento *T. urticae*

São apresentados e discutidos os resultados obtidos nos experimentos de desenvolvimento embrionário, desenvolvimento pós-embrionário e tabela de vida de fertilidade.

4.1.1 Aspectos biológicos de *P. macropilis*

A duração média da fase de ovo foi de pouco mais de um dia, tanto para ovos que deram origem a fêmeas como para os que originaram machos. As fases pós-embrionárias tiveram durações para fêmeas e machos, de aproximadamente 0,4 dia para larva; 1,0 e 1,6 dia para protoninfa, e aproximadamente 1,0 dia para deutoninfa. O desenvolvimento de ovo a adulto foi de 4,13 dias para fêmeas e 5,14 dias para machos. A longevidade das fêmeas foi de 27,52 dias, dos machos 29 dias e a razão sexual foi de 0,67 (Tabela 2).

Tabela 2 Duração em dias dos estágios do desenvolvimento, do ciclo biológico e razão sexual de *Phytoseiulus macropilis*, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14h de fotofase, tendo como alimento *Tetranychus urticae*.

| Fases do desenvolvimento e do ciclo biológico | Sexo | N ¹ | Duração \pm EP (Dias) |
|---|-------|----------------|-------------------------|
| Ovo | Fêmea | 29 | 1,72 \pm 0,09 |
| | Macho | 14 | 1,82 \pm 0,13 |
| Larva | Fêmea | 29 | 0,42 \pm 0,02 |
| | Macho | 14 | 0,45 \pm 0,02 |
| Protoninfa | Fêmea | 29 | 1,03 \pm 0,10 |
| | Macho | 14 | 1,61 \pm 0,19 |
| Deutoninfa | Fêmea | 29 | 0,88 \pm 0,07 |
| | Macho | 14 | 1,21 \pm 0,16 |
| Ovo-Adulto | Fêmea | 29 | 4,13 \pm 0,09 |
| | Macho | 14 | 5,14 \pm 0,16 |
| Longevidade | Fêmea | 29 | 27,52 \pm 1,79 |
| | Macho | 14 | 29,00 \pm 3,32 |
| Razão sexual | | | 0,67 |

¹N = Número de espécimes estudados.

Os resultados do presente estudo foram semelhantes aos obtidos por Prasad (1967), que avaliando o desenvolvimento de *P. macropilis* quando alimentado com *Tetranychus tumidus* Banks, 1900 (Tetranychidae) na temperatura de 26° C, encontrou resultados de 1,8; 0,5; 0,9 e 1,0 dias para as fases de ovo, larva, protoninfa e deutoninfa, respectivamente, e o desenvolvimento de ovo a adulto foi de 4,2 dias para fêmeas. Embora Prasad (1967) tenha estudado *T. tumidus* como alimento para *P. macropilis* e não *T. urticae* como foi estudado no presente estudo, essa semelhança nos resultados pode ser devido aos dois ácaros serem do mesmo gênero *Tetranychus*.

Silva et al. (2005) estudando as exigências térmicas de *P. macropilis* em cinco temperaturas constantes quando alimentados por *T. urticae* encontraram para a temperatura de 26° C, 2,0; 1,1 e 1,0 dias para as fases de ovo, protoninfa e deutoninfa, respectivamente. A duração de ovo-adulto foi de 4,8 dias. Resultados próximos foram obtidos no presente estudo, exceto para a fase de larva que foi de 0,8 dia para os autores citados e os resultados deste estudo em torno de 0,4 dia para a mesma fase (Tabela 2). Essa diferença para a fase de larva pode estar relacionada ao período das avaliações, que no presente estudo foram realizadas às 8h e 16h e no estudo de Silva et al. (2005) foi a cada 12h. Portanto, essas horas a mais para a avaliação podem ter aumentado um pouco a fase de larva, embora, tenha também menos de 1 dia, como foi visto no presente estudo.

Valores muito maiores foram encontrados no trabalho de Amano e Chant (1986) que estudaram o efeito da densidade de alimentação dada aos predadores. Em todas as densidades (muito baixa, baixa, alta e muito alta) as médias foram semelhantes quanto ao período de ovo-adulto ficando próximo a 10 dias e no presente trabalho em torno de 5 dias. Essa diferença pode estar relacionada à praga oferecida à *P. macropilis*. Amano e Chant (1986) utilizaram

como alimento ácaros da família Eriophyidae que são bem menores que os ácaros tetraniquídeos e provavelmente seria necessário um número maior de ácaros para que o desenvolvimento de *P. macropilis* tivesse completado seu desenvolvimento mais rápido como no presente estudo.

Ali (1998) estudou o efeito de pólen e de outras presas além de *T. urticae* para o desenvolvimento de *P. macropilis* a 25°C. Quando o predador foi alimentado com *T. urticae* (ovos e fases imaturas) ele completou todo seu desenvolvimento, porém, quando alimentado de pólen ou com as outras presas o mesmo não foi observado. O autor também avaliou o efeito de cinco temperaturas no desenvolvimento de *P. macropilis* quando este se alimentou de ovos de *T. urticae*. Na temperatura de 25°C, a mesma utilizada no presente estudo, o autor encontrou resultados maiores para quase todas as fases de desenvolvimento de *P. macropilis* do que as encontradas no presente trabalho, exceto para a fase de protoninfa que o autor encontrou valor próximo de 1,0 dia tanto para machos e fêmeas e nesse estudo foi de 1,03 e 1,61 dias para fêmeas e machos, respectivamente.

Mesa, Braun e Belotti (1990) compararam *T. urticae* e *Mononychellus progresivus* Doreste, 1981 (Tetranychidae) como alimento para cinco espécies de fitoseídeos, entre eles, *P. macropilis*. Os resultados obtidos no presente estudo foram semelhantes aos observados por aqueles autores que encontraram 4,3 dias para o desenvolvimento de ovo-adulto quando alimentado com *T. urticae* e 4,9 dias quando alimentado com *M. progresivus*. Se considerarmos a média geral tanto das fêmeas como dos machos encontra-se 4,6 dias no presente estudo.

Outras espécies de fitoseídeos também tiveram seu desenvolvimento estudado, como *P. persimilis* e *Phytoseiulus fragariae* Denmark & Schicha, 1983 quando alimentados com *T. urticae*.

Abad-Moyano et al. (2009) compararam a biologia de três fitoseídeos quando alimentados com *T. urticae*. Das espécies estudadas, *P. persimilis* além de completar o desenvolvimento, apresentou resultados bem próximos aos do presente estudo. As fases de larva, deutoninfa e período ovo-adulto de *P. persimilis* foram 0,45; 1,04 e 4,44 dias, respectivamente.

O mesmo foi observado por Escudero e Ferragut (2005) que estudaram o tempo de desenvolvimento das fases *P. persimilis* quando alimentados com quatro espécies de ácaros do gênero *Tetranychus*. A espécie *P. persimilis* quando alimentada por *T. urticae* apresentou duração média de 1,45 dia para ovo; 0,65 para larva; 1,0 dia para protoninfa e 1,04 dia para deutoninfa.

Davies, Ireson e Allen (2009) encontraram para *P. persimilis* 0,6 e 1,4 dias para o desenvolvimento de larvas e protoninfas, respectivamente, quando alimentados com *T. urticae*.

Vasconcelos (2006) observou um tempo de desenvolvimento de 2,2 e 0,7 dias para ovos e larvas de *P. fragariae* quando alimentados com *T. urticae*. Valores próximos a esses também foram obtidos no presente trabalho. Embora as espécies estudadas sejam diferentes da espécie do presente estudo, essa aproximação dos resultados pode estar relacionada ao fato de ambas serem do mesmo gênero.

Os períodos médios de pré-oviposição e pós-oviposição para *P. macropilis* foram de 2,57 e 7,46 dias, respectivamente. O período de oviposição foi de 17,53 dias com fecundidade total de 48,34 ovos/fêmea. As fêmeas ovipositaram 2,72 ovos por dia. (Tabela 3).

Tabela 3 Características reprodutivas de *Phytoseiulus macropilis* à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14h de fotofase, tendo como alimento *Tetranychus urticae*.

| Características reprodutivas | N ¹ | Media \pm EP |
|------------------------------|----------------|------------------|
| Pré-oviposição | 29 | 2,57 \pm 0,66 |
| Oviposição | 29 | 17,53 \pm 1,44 |
| Pós-oviposição | 29 | 7,46 \pm 1,79 |
| Nº de ovos/fêmea | 29 | 48,34 \pm 4,28 |
| Nº de ovos/fêmea/dia | 29 | 2,72 \pm 0,13 |

¹N = Número de espécimes estudados.

Silva et al. (2005) estudando a biologia de *P. macropilis* quando alimentado com *T. urticae* e em diferentes temperaturas encontraram a 26°C para o período de pré-oviposição 1,9 dias de duração. Esse resultado foi menor que o encontrado neste estudo que foi de 2,57. Entretanto, a mesma temperatura citada, os autores encontraram para os demais períodos (oviposição, pós-oviposição e fecundidade) valores maiores, sendo também a longevidade da fêmea e do macho maiores que neste estudo.

Ali (1998) também encontrou valores maiores para pré-oviposição e oviposição de *P. macropilis* alimentado com *T. urticae*, sendo o período de pós-oviposição um pouco menor daquela do presente trabalho. A longevidade dos adultos a 25°C foi maior que os resultados aqui encontrados, porém, na temperatura de 28°C foi de 29,2 para fêmeas. Embora a fecundidade da fêmea tenha sido maior (68,3 ovos/fêmea), o número de ovos/dia/fêmea foi menor do que o encontrado no presente estudo. A razão sexual na temperatura de 25°C foi semelhante nos dois trabalhos, sendo 0,7 para Ali (1998) e 0,67 no presente estudo.

Amano e Chant (1986) estudando a biologia de três fitoseídeos, entre eles *P. macropilis*, encontraram valores maiores para pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, porém, a fecundidade e o número de ovos/dia/fêmea foram inferiores aos valores encontrados neste estudo, sendo o total de ovos/fêmea de

8,9 aproximadamente e o número de ovos/dia de apenas 0,43. Essa diferença pode ser explicada devido ao fato da presa que foi oferecida ao predador ser um ácaro da família Eriophyidae, que é bem menor que o ácaro-rajado. A conclusão dos autores foi a de que *P. macropilis* pode sobreviver com pouco alimento, mas, requer uma quantidade maior de presas para a reprodução.

Prasad (1967) encontrou para *P. macropilis* alimentado com *T. tumidus* na temperatura de 26°C um período de pré-oviposição menor, porém, o período de oviposição (20 dias) e a longevidade de machos (30 dias) e fêmeas (27 dias) e a fecundidade (52 ovos/fêmea) foram semelhantes aos resultados encontrados no presente estudo.

No trabalho realizado por Mesa, Braun e Belotti (1990), em que compararam *M. progresivus* e *T. urticae* como alimento para cinco fitoseídeos, tanto o período de oviposição quanto a fecundidade de *P. macropilis* a 25°C foi maior que o resultado do presente trabalho.

Trabalhos realizados com outros fitoseídeos alimentados com *T. urticae* também apresentaram um período de oviposição próximo a este estudo como o trabalho de Vasconcelos et al. (2008) para *P. fragariae* que foi de 17,1 dias. Vasconcelos (2006) também encontrou um período de pós-oviposição de 8,1 dias que foi semelhante ao presente estudo.

Os trabalhos de Abad-Moyano et al. (2009) e Escudero e Ferragut (2005) avaliaram os aspectos biológicos de *P. persimilis* quando alimentados com ovos de *T. urticae* e os autores relataram uma oviposição diária de 3,9 e 3,7 ovos/fêmea/dia, maior que a encontrada no presente trabalho. Talvez essa diferença possa estar relacionada à fase oferecida como alimento ao predador, pois, os ovos geralmente possuem mais nutrientes que as demais fases e podem ter influenciado na oviposição das fêmeas.

4.1.2 Tabela de vida de fertilidade de *P. macropilis*

A partir da tabela de vida de fertilidade (Tabela 4) verificou-se que a estimativa da capacidade inata de crescimento da população do predador (r_m) foi 0,19 fêmea/fêmea/dia, resultados semelhantes aos observados por Silva et al. (2005) na temperatura de 26°C ($r_m = 0,19$) e Mesa, Braun e Belotti (1990) para *P. macropilis* com r_m 0,16 e 0,20 quando alimentados por *M. progresivus* e *T. urticae*.

Vasconcelos et al. (2008) para a biologia de *P. fragariae* também encontraram o valor da taxa intrínseca de crescimento (r_m) bem semelhante a este estudo.

A população de *P. macropilis* foi estimada em aumentar aproximadamente 27 vezes (R_o) no período médio de duração de geração (T) que foi de 17,74 dias. A população do ácaro cresceu 1,21 vezes/dia (λ) e dobrou a cada 3,71 dias (TD) (Tabela 5).

A duração média de uma geração encontrada foi semelhante aos trabalhos realizados por Silva et al. (2005) para *P. macropilis*, por Canlas et al. (2006), Escudero e Ferragut (2005), Marafeli et al. (2014) e Mesa, Braun e Belotti (1990) para *N. californicus* e por Vasconcelos et al. (2008) para *P. fragariae*.

A razão finita de aumento foi semelhante aos valores encontrados por Ali (1998) e Silva et al. (2005) para *P. macropilis*, por Vasconcelos (2006) e Marafeli et al. (2014) para *N. californicus* e por Vasconcelos et al. (2008) para *P. fragariae* que também encontraram valores próximos para a taxa líquida de reprodução.

Também foi observado que a taxa de sobrevivência (l_x) e fecundidade (m_x) das fêmeas do ácaro *P. macropilis* diminuiu com o aumento da idade da fêmea (Figura 1), sendo que o máximo aumento populacional do predador

ocorreu por volta do 13º dia desde o início do seu desenvolvimento, e a máxima fecundidade de 2,06 ovos (Tabela 4).

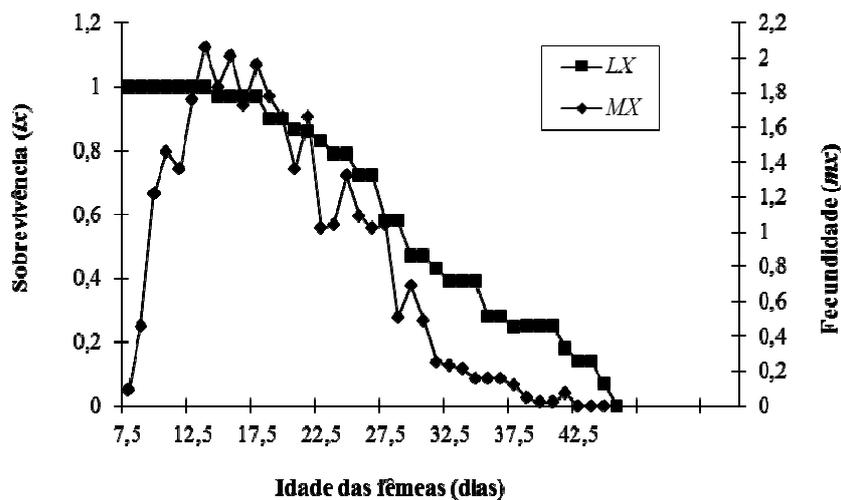


Figura 1 Sobrevivência (lx) e fecundidade (mx) da fêmea do ácaro *Phytoseiulus macropilis* alimentado com *Tetranychus urticae* em relação à idade, em laboratório à temperatura de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase.

O parâmetro principal da tabela de vida é representado pela taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m), definida como a capacidade inata de aumento numa população crescendo em condições ótimas, ou seja, corresponde ao potencial biótico de uma população (PEDIGO; ZEISS, 1996; PRICE, 1984). Entretanto, um agente de controle biológico será considerado efetivo na redução de uma determinada praga se, pelo menos, o parâmetro r_m de ambos os organismos forem semelhantes (VAN LENTEREN, 2000) e caso o r_m de um predador seja superior às taxas intrínsecas encontradas para sua presa, favorecerá o estabelecimento do inimigo natural em uma determinada área.

Tabela 4 Tabela de vida de fertilidade de *Phytoseiulus macropilis*, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14h de fotofase, tendo como alimento *Tetranychus urticae*.

| x^1 | Mx^2 | Lx^3 | $Mx.Lx$ | $Mx.Lx.x$ |
|----------|--------|--------|---------------|-----------|
| 7,50 | 0,09 | 1,00 | 0,09 | 0,68 |
| 8,50 | 0,46 | 1,00 | 0,46 | 3,91 |
| 9,50 | 1,22 | 1,00 | 1,22 | 11,59 |
| 10,50 | 1,46 | 1,00 | 1,46 | 15,33 |
| 11,50 | 1,36 | 1,00 | 1,36 | 15,64 |
| 12,50 | 1,76 | 1,00 | 1,76 | 22,00 |
| 13,50 | 2,06 | 1,00 | 2,06 | 27,81 |
| 14,50 | 1,83 | 0,97 | 1,78 | 25,74 |
| 15,50 | 2,01 | 0,97 | 1,95 | 30,22 |
| 16,50 | 1,73 | 0,97 | 1,68 | 27,69 |
| 17,50 | 1,96 | 0,97 | 1,90 | 33,27 |
| 18,50 | 1,78 | 0,90 | 1,60 | 29,64 |
| 19,50 | 1,66 | 0,90 | 1,49 | 29,13 |
| 20,50 | 1,36 | 0,87 | 1,18 | 24,12 |
| 21,50 | 1,66 | 0,86 | 1,43 | 30,69 |
| 22,50 | 1,02 | 0,83 | 0,85 | 19,05 |
| 23,50 | 1,04 | 0,79 | 0,82 | 19,31 |
| 24,50 | 1,32 | 0,79 | 1,04 | 25,55 |
| 25,50 | 1,09 | 0,72 | 0,78 | 20,01 |
| 26,50 | 1,02 | 0,72 | 0,73 | 19,46 |
| 27,50 | 1,04 | 0,58 | 0,60 | 16,59 |
| 28,50 | 0,51 | 0,58 | 0,30 | 8,43 |
| 29,50 | 0,69 | 0,47 | 0,32 | 9,57 |
| 30,50 | 0,49 | 0,47 | 0,23 | 7,02 |
| 31,50 | 0,25 | 0,43 | 0,11 | 3,39 |
| 32,50 | 0,23 | 0,39 | 0,09 | 2,92 |
| 33,50 | 0,21 | 0,39 | 0,08 | 2,74 |
| 34,50 | 0,16 | 0,39 | 0,06 | 2,15 |
| 35,50 | 0,16 | 0,28 | 0,04 | 1,59 |
| 36,50 | 0,16 | 0,28 | 0,04 | 1,64 |
| 37,50 | 0,12 | 0,25 | 0,03 | 1,10 |
| 38,50 | 0,05 | 0,25 | 0,01 | 0,48 |
| 39,50 | 0,02 | 0,25 | 0,01 | 0,20 |
| 40,50 | 0,02 | 0,25 | 0,01 | 0,20 |
| 41,50 | 0,07 | 0,18 | 0,01 | 0,52 |
| 42,50 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| 43,50 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| 44,50 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| 45,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Σ | | | $R_0 = 27,59$ | 489,37 |

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

Tabela 5 Parâmetros de crescimento populacional de *Phytoseiulus macropilis* à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 horas de fotofase

| R_0 (Fêmeas) | r_m (Fêmeas/fêmea/dia) | Λ (Fêmea/dia) | T (dias) | TD (Dias) |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| 27,59 | 0,19 | 1,21 | 17,74 | 3,71 |

Embora neste estudo não tenha sido confeccionada a tabela de vida para o ácaro-rajado, vários autores já a fizeram. Hoque, Islam e Khalequzzaman (2008) estudaram os aspectos biológicos de *T. urticae* no verão, outono e inverno encontrando valores de r_m entre 0,06 no inverno e 0,19 no outono em folhas de feijão de 2 cm de diâmetro e temperatura média de $26 \pm 1^\circ\text{C}$.

Silva et al. (2009) verificaram que para fêmeas não acasaladas o valor de r_m foi maior do que para fêmeas acasaladas sendo 0,17 e 0,12 em folhas de gérbera e temperatura de 25°C .

Riahi et al. (2011) avaliaram os parâmetros de crescimento populacional de *T. urticae* em diferentes variedades de pera e também encontraram valores de r_m que variaram de 0,07 a 0,21 na temperatura de 27°C .

Moro et al. (2012) observaram os parâmetros biológicos de *T. urticae* em diferentes variedades de mamão e encontraram valores de r_m próximos para as cultivares estudadas, sendo de 0,28 e 0,29 à temperatura de $26 \pm 1^\circ\text{C}$.

Flores et al. (2013) estudaram os parâmetros demográficos de *T. urticae* em quatro cultivares de rosas, encontrando valores de r_m entre 0,21 e 0,27 em uma temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Os valores de r_m podem variar bastante e Gutierrez e Helle (1985) explicam que os valores de r_m de tetraniquídeos podem ser maiores quando a duração da geração é menor e a fecundidade é maior, porém, o valor do r_m também pode ser influenciado pela natureza da planta hospedeira, superfície disponível para cada espécime e os valores de temperatura e umidade, como foi visto nos trabalhos citados.

No presente estudo, o valor de r_m para *P. macropilis* foi 0,19. Embora ocorra essa variação nos valores do r_m de *T. urticae* pode-se concluir que o ácaro predador é eficiente assim mesmo, pois, esse valor está acima ou próximo do valor encontrado em diversos trabalhos para a mesma praga.

Sabe-se que quanto maior for a razão finita de aumento (λ), maior será o crescimento diário da população. Contudo, em casa de vegetação e principalmente em campo, é de se esperar que o predador esteja sujeito a diversos fatores que podem alterar sua capacidade reprodutiva e de desenvolvimento, dessa forma, embora os testes de laboratório sejam importantes e necessários, deve-se também realizar testes em casa de vegetação e campo.

4.2 Potencial de predação de *P. macropilis* sobre as diferentes fases do desenvolvimento de *T. urticae*

De acordo com os resultados obtidos, as fases de ninfa, adulto fêmea e adulto macho de *P. macropilis* predaram e consumiram todas as fases de *T. urticae*. As fases de larva e adultos machos foram as mais consumidas por todas as fases do predador e a fêmea adulta do ácaro-rajado a menos predada (Tabela 6 e Figura 2).

As fêmeas adultas do ácaro predador foram as mais eficientes predando aproximadamente 65% de larvas, seguidas pelos machos adultos que consumiram cerca de 50% (Figura 2).

A aceitação de *T. urticae* como fonte alimentar indica que *P. macropilis* pode desempenhar papel importante no controle biológico dessa praga em roseiras.

Prasad (1967) estudando a biologia de *P. macropilis* observou que as fases de ninfa e adulto do predador se alimentaram de mais ovos e larvas de *T.*

tumidus do que das demais fases. Os resultados do presente estudo se assemelham aos de Prasad (1967), o qual observou também que as fêmeas do predador foi a que mais consumiu as presas, seguida pelos machos.

Tabela 6 Número de ácaros *Tetranychus urticae* predados (Média \pm EP) em seus diferentes estágios do desenvolvimento por ninfa e adulto (macho e fêmea) do ácaro predador *Phytoseiulus macropilis* (n = 40).

| Fases de <i>Tetranychus urticae</i> | Fases de desenvolvimento de <i>Phytoseiulus macropilis</i> ¹ | | |
|-------------------------------------|---|--------------------|----------------------|
| | Ninfa | Fêmea | Macho |
| Ovo | 08,7 \pm 1,1 b B | 15,9 \pm 1,7 b A | 12,3 \pm 0,9 bc AB |
| Larva | 19,3 \pm 1,2 a B | 26,3 \pm 1,2 a A | 21,5 \pm 1,8 a AB |
| Ninfa | 09,8 \pm 1,7 b B | 24,0 \pm 1,5 a A | 15,2 \pm 1,8 ab B |
| Adulto Fêmea | 03,3 \pm 0,5 c AB | 05,4 \pm 1,1 c A | 02,5 \pm 0,4 d B |
| Adulto Macho | 16,9 \pm 1,1 a B | 25,6 \pm 1,1 a A | 20,6 \pm 1,4 a B |

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

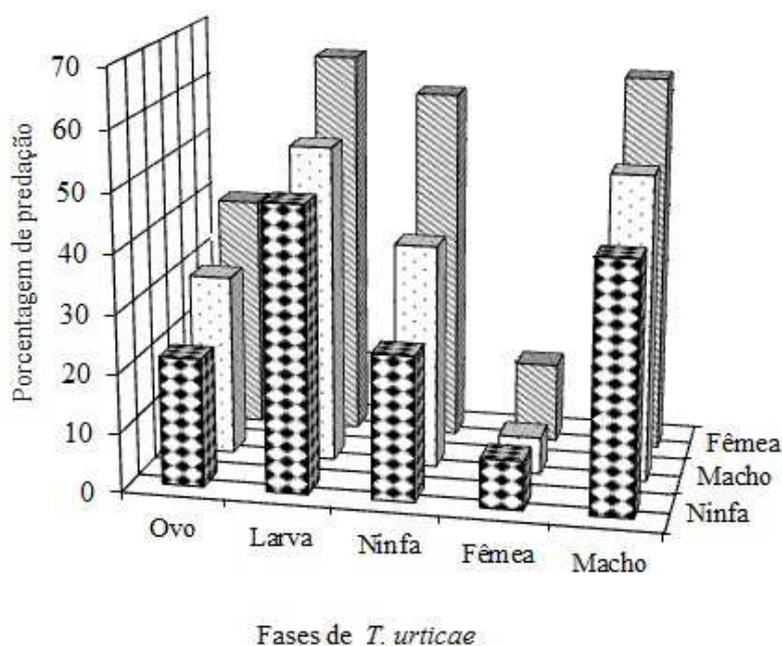


Figura 2 Porcentagem de predação de *Tetranychus urticae* em seus diferentes estágios de desenvolvimento por ninfa, macho e fêmea de *Phytoseiulus macropilis*.

No estudo de Oliveira et al. (2007) para avaliar o potencial de *P. macropilis* no controle do ácaro-rajado, foi observado que todas as fases da presa foram consumidas pela fêmea do predador. Entretanto, a fase de ovo foi a mais consumida e as fêmeas da praga a menos consumida.

Forero et al. (2008) estudaram o manejo de *T. urticae* utilizando o ácaro predador *Neoseiulus* sp. e observaram que as fêmeas do predador consumiram um maior número de larvas e ninfas, tanto em condições controladas como em casa de vegetação no cultivo de rosas em Sabana de Bogotá, Colômbia.

Cedola, Sanches e Lijestrom (2001) avaliaram o efeito dos tricomas das folhas de tomate na predação de *T. urticae* pelos estágios de protoninfa e deutoninfa de *N. californicus* quando alimentados por ovos e a predação das fêmeas quando alimentadas por adultos de *T. urticae*. Esses autores observaram

que os estágios imaturos têm um menor nível de consumo em comparação com as fêmeas adultas, entretanto, a predação foi baixa para todas as fases testadas. Os autores relacionaram essa baixa predação aos tricomas presentes nas folhas de tomate, devendo-se considerar os atributos da planta como um componente essencial para as práticas de controle biológico. Por outro lado, em roseiras esse fato não ocorre. De acordo com Forero et al. (2008) como não há tricomas nas folhas, o predador é favorecido já que, não há nenhum tipo de barreira física que impeça sua capacidade de busca.

Marafeli et al. (2011) pesquisaram a predação do ácaro-rajado em roseiras por *N. californicus* e observaram que todas as fases do predador consumiram uma maior quantidade de fases imaturas da praga. As fêmeas adultas foram as mais eficientes, seguidas pelos machos adultos.

Assim como no trabalho de Marafeli et al. (2011), além da fêmea do predador, as demais fases também foram testadas neste trabalho, com exceção das larvas, pois, segundo alguns autores (ALI, 1998; PRASAD, 1967) essa fase não se alimenta, ou se alimenta muito pouco (SHIH; POE; CROMROY, 1979). Além disso, o período de desenvolvimento da larva é muito pequeno, menor que um dia, como foi visto no estudo de aspectos biológicos citado acima.

Também como nos demais trabalhos citados, os adultos do predador (fêmeas e machos) consumiram maior número de presas que as fases imaturas. Entretanto, em geral os trabalhos relatam maior consumo de ovos, larvas e ninfas, o que difere deste trabalho, no qual o maior consumo foi de larvas, machos e ninfas. Essa diferença pode ter sido pelo fato de nenhum desses trabalhos ter avaliado a predação sobre machos de *T. urticae*. Ainda com relação aos adultos, o maior consumo de presas pelas fêmeas em relação às demais é decorrência de um maior gasto de energia necessário para a oviposição (SHIPP; WHITFIELD, 1991).

Embora alguns estudos como os de Ali (1998), Prasad (1967) e Shih, Poe e Cromroy (1979) tenham relatado valores baixos para predação de *P. macropilis* ficou demonstrado no presente estudo que, independentemente da fase que a praga esteja, o predador é capaz de preda independente da fase em que ele se encontre, fato que ajuda a concluir que *P. macropilis* apresenta potencial para o controle do ácaro-rajado em roseiras.

4.3 Respostas funcional e numérica de *P. macropilis* predando *T. urticae*

Os parâmetros estimados pela regressão logística da proporção de presas mortas (N_a/N_0) contra o número de presas oferecidas (N_0), para fêmeas de *P. macropilis* em um dia, estão representadas na Tabela 7, e mostram que o coeficiente linear (L_1) foi menor que 0, sugerindo que a proporção de presas consumidas diminuiu em relação ao número de presas oferecidas, o que configurou uma resposta funcional do Tipo II. A curva da resposta funcional de *P. macropilis* predando *T. urticae* está representada na Figura 3.

Tabela 7 Estimativas dos parâmetros do modelo de regressão logística cúbica ajustada aos dados de proporção de ataque do ácaro *Phytoseiulus macropilis* sobre a presa *Tetranychus urticae*

| Parâmetro | Estimativa | Erro Padrão | Valor p |
|-----------|-------------|-------------|----------|
| L_0 | -0,1754 | 0,05502 | 0,00143 |
| L_1 | -0,01216 | 0,00192 | <0,00001 |
| L_2 | 0,00002 | 0,000016 | 0,1862 |
| L_3 | -0,00000002 | 0,00000003 | 0,44465 |

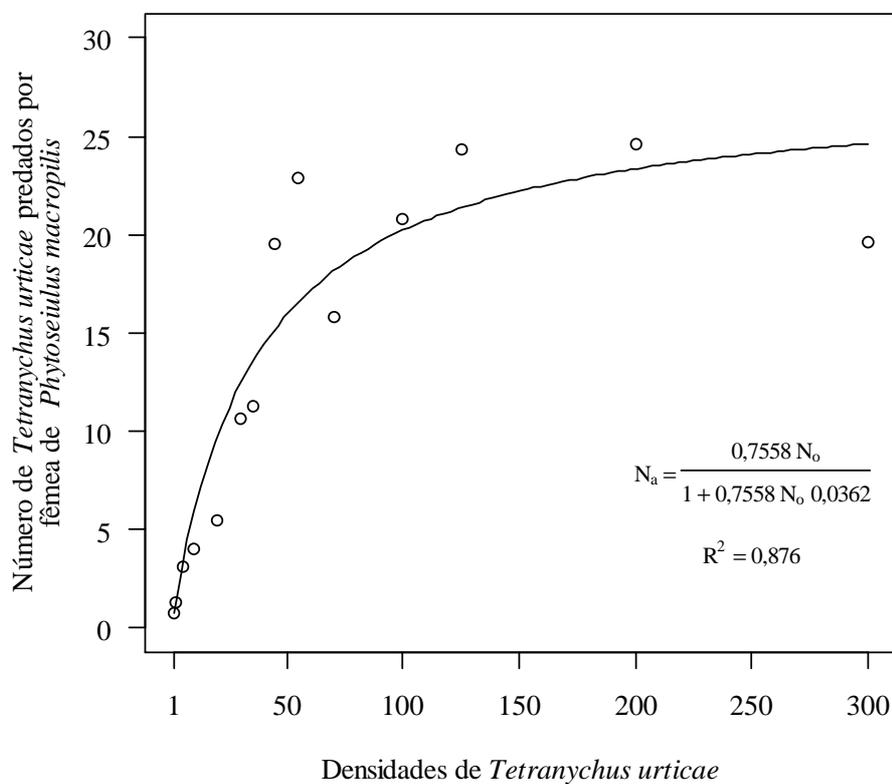


Figura 3 Resposta funcional Tipo II segundo o modelo de Holling (1959) de *Phytoseiulus macropilis* para as densidades de *Tetranychus urticae*

O coeficiente da taxa de ataque (a) e do tempo de manuseio (T_h), estimados pela equação de Holling (HOLLING, 1959), da fêmea do ácaro *P. macropilis* sobre as densidades da presa *T. urticae*, estão representados na Tabela 8. Esse modelo apresentou bom ajuste aos dados, conforme indicado pelo valor de R^2 .

Tabela 8 Estimativas dos parâmetros do modelo logístico ajustado e R² referente aos dados de número de presas atacadas pela fêmea do ácaro *Phytoseiulus macropilis* sobre as densidades da presa *Tetranychus urticae*

| Modelo | Parâmetro | Estimativa | Erro Padrão | Valor p | R ² |
|----------------|--------------------|------------|-------------|---------|----------------|
| Holling (1959) | A | 0,7558 | 0,1935 | 0,0021 | 0,876 |
| | T _h | 0,0362 | 0,0042 | <0,0001 | |
| | A/T _h | 20,871 | | | |
| | K=T/T _h | 27,616 | | | |

A resposta funcional do predador é um aspecto importante na dinâmica de populações, uma vez que, é uma expressão de relação entre o consumo do predador e a taxa de densidade de recursos (presa) (MILONAS; KONTODIMAS; MARTINO, 2011).

A resposta funcional tipo II é a mais comum em ácaros fitoseídeos quando é aumentada a densidade de presas. Isso ocorre quando a taxa de ataque (a) e o tempo de manuseio (T_h) não têm relação com a densidade de presas (CASTAGNOLI; SIMONI, 1999) como foi observado no presente estudo.

Esse tipo de resposta, também, foi utilizado para avaliar outros parâmetros como o efeito da alimentação em longo prazo de *N. californicus* (CASTAGNOLI; SIMONI, 1999), o consumo de presas e a resposta funcional de três espécies de ácaros predadores para ovos do ácaro-rajado em laboratório (GOTOH; NOZAWA; YAMAGUCHI, 2004), a toxicidade residual de ovos contaminados com inseticidas piretroides a fêmeas de *N. californicus* e *P. macropilis* (POLETTI; MAIA; OMOTO, 2007), a influência da presa e do seu tamanho na resposta funcional do predador *Nephus includens* (Kirsch, 1870) (Coccinellidae) (MILONAS; KONTODIMAS; MARTINO, 2011) e a resposta funcional e numérica de *Neoseiulus longispinosus* (EVANS, 1952) quando alimentado por *Oligonychus coffeae* (Nietner, 1861) (Tetranychidae) (RAHMAN et al., 2012).

O tempo de manipulação do ácaro predador limita a resposta à predação. Um aumento no tempo de manipulação, portanto, implica em uma redução da taxa máxima de predação (K) (MILONAS; KONTODIMAS; MARTINOU, 2011). Neste estudo, a taxa máxima de predação foi de aproximadamente 28 ninfas/dia (Tabela 8). Esse valor está próximo ao encontrado por Rahman et al. (2012) na mesma fase estudada, embora esses autores tenham estudado o ácaro predador *N. longispinosus*.

A estimativa da máxima predação pode ser usada para determinar o número ótimo de predadores que devem ser liberados para diminuir a praga. Entretanto, a taxa de predação em laboratório pode não ser a mesma no campo (MILONAS; KONTODIMAS; MARTINOU, 2011).

Alguns autores (CARRILLO; PEÑA, 2012; CASTAGNOLI; SIMONI, 1999; GOTOH; NOZAWA; YAMAGUCHI, 2004; POLETTI; MAIA; OMOTO, 2007; RAHMAN et al., 2012) estudaram a resposta funcional de vários ácaros predadores alimentados com ovos da presa. No presente trabalho, foi realizado o estudo da resposta funcional sobre as fases jovens, o que de acordo com Rahman et al. (2012) é o tipo de predação que pode ser útil na prevenção da proliferação da população de pragas.

Os parâmetros estimados pelo modelo de regressão quadrática para a resposta numérica estão representados na Tabela 9. A oviposição pelas fêmeas de *P. macropilis* aumentou com a densidade de presas oferecidas até a densidade aproximada de 162,5 ácaros *T. urticae*, com uma oviposição máxima de 1,76 ovos/dia, após essa densidade a oviposição pela fêmea começou a diminuir (Figura 4). Esses resultados se assemelham aos resultados encontrados por Reis et al. (2003) estudando o efeito da densidade de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) na resposta funcional e numérica de *Euseius alatus* DeLeon, 1966 e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, 1972, aos de Silveira (2013) estudando a resposta funcional e numérica de *Euseius*

concordis (Chant, 1959) e aos de Toledo et al. (2013) avaliando o potencial de predação de *E. alatus*, todos fitoseídeos.

Tabela 9 Estimativas dos parâmetros do modelo de regressão ponderada quadrática ajustado aos dados de média de ovos postos/dia da fêmea do ácaro *Phytoseiulus macropilis* em diferentes densidades da presa *Tetranychus urticae*.

| Parâmetro | Estimativa | Erro Padrão | Valor p |
|-----------|------------|-------------|---------|
| L_0 | 0,1696 | 0,05395 | 0,0093 |
| L_1 | 0,01945 | 0,00464 | 0,0015 |
| L_2 | -0,00006 | 0,00002 | 0,0234 |

A queda da oviposição pela fêmea quando é aumentada a densidade da presa, acima de 170 neste caso, pode ser devido ao estímulo-interferência. À medida que é aumentada a densidade de presas, o predador sofre um grande distúrbio, pois, os predadores podem gastar menos tempo em uma presa individual, já que essa pode esbarrar, acidentalmente, no predador e este pode abandonar a que ele estava predando para preda outra. Dessa forma, o predador pode preda a presa parcialmente em vez de predá-la inteira, o que pode interferir na sua nutrição.

Outro aspecto que pode ser considerado é a nutrição da presa, que em altas densidades também pode ser prejudicada, pois, o alimento (planta) já está deteriorado pelo intenso ataque devido à alta densidade de ácaros fitófagos presentes. Consequentemente, isso influenciará na nutrição do predador, principalmente da fêmea (RAHMAN et al., 2012; REIS et al., 2003).

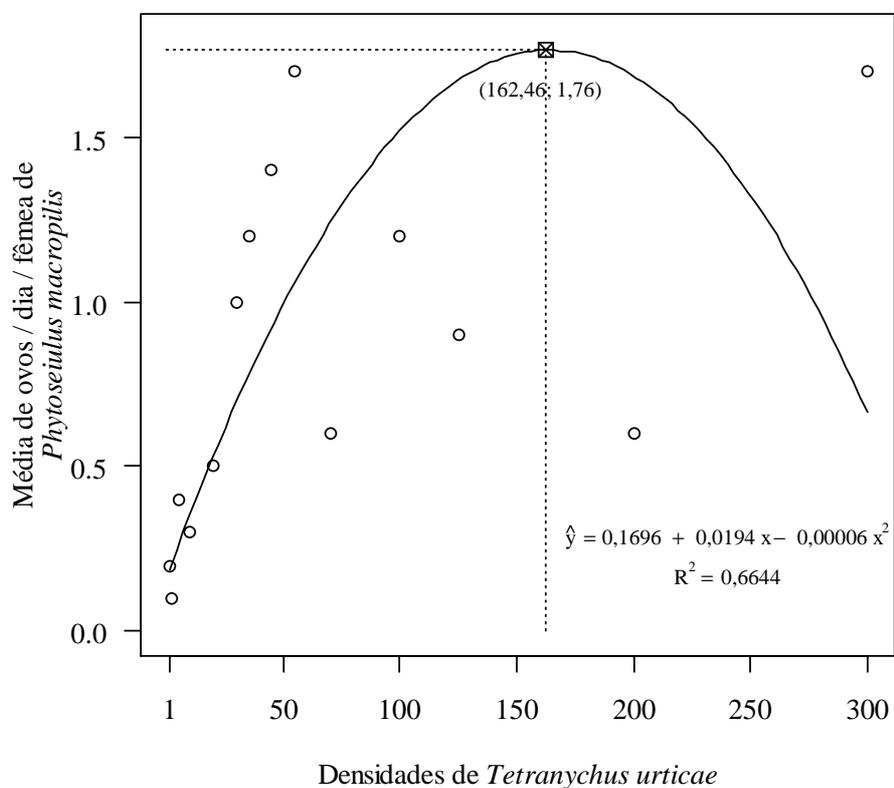


Figura 4 Resposta numérica para a média de ovos postos por dia por fêmea de *Phytoseiulus macropilis* para as densidades da presa *Tetranychus urticae* obtida pelo modelo de regressão ponderado quadrática.

De acordo com Sabelis e Janssen (1994) a oviposição se correlaciona com predação, porque os fitoseídeos alocam uma grande fração do alimento ingerido para a produção do ovo. Em baixa densidade de uma presa por folha, predadores sobrevivem, mas, dificilmente colocam todos os ovos (RAHMAN et al., 2012). No presente estudo, *P. macropilis* sobreviveu com todas as densidades oferecidas, entretanto seriam necessárias pelo menos 50 presas para que a fêmea pudesse ovipositar 1 ovo/dia e de pelo menos 160 para atingir a oviposição máxima.

Porém, esses valores para o consumo de presas e oviposição pode ser diferente na natureza, pois, outra questão a ser considerada é que de maneira geral, as fêmeas de fitoseídeos necessitam da presença dos machos para que produzam ovos (CHANT, 1959; HUFFAKER, 1958) e na sua ausência, podem parar de ovipositar.

Como foi visto no presente estudo no subitem 4.1.1, Tabela 3, *P. macropilis* chega a ovipositar 2,72 ovos/dia na presença do macho. Na resposta numérica, a oviposição máxima foi de 1,76 e esse valor mais baixo pode ter sido pelo fato das fêmeas ficarem oito dias confinadas sem a presença do macho, pois, na presença deles não seria possível quantificar a predação somente da fêmea adulta.

O aumento na oviposição em resposta ao aumento na densidade de presas pode contribuir na eficácia do controle biológico, fazendo com que haja um acréscimo na população de predadores. Para *P. macropilis* isso é favorável, pois, como já foi relatado por Bernardi et al. (2010), *P. macropilis* é mais eficiente em altas populações da praga.

4.4 Controle biológico do ácaro-rajado *T. urticae* em casa de vegetação

São apresentados e discutidos os resultados obtidos após a liberação dos predadores *N. californicus* e *P. macropilis* isolados ou em associação no controle do ácaro-rajado.

4.4.1 Liberação dos ácaros predadores em roseiras atacadas por *Tetranychus urticae*

De acordo com os resultados obtidos não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos em que houve a liberação dos predadores, sendo que, todos os tratamentos diferiram da testemunha (Tabela 10).

Tabela 10 Número médio (Média \pm EP) de ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, em seis folíolos de roseiras após oito semanas, em função dos tratamentos.

| TRATAMENTOS | MÉDIAS ¹ |
|---|----------------------|
| Roseiras com <i>T. urticae</i> | 259,95 \pm 19,57 a |
| Roseiras com <i>T. urticae</i> e <i>N. californicus</i> | 73,78 \pm 19,57 b |
| Roseiras com <i>T. urticae</i> e <i>P. macropilis</i> | 32,54 \pm 19,57 b |
| Roseiras com <i>T. urticae</i> , <i>N. californicus</i> e após 4 semanas <i>P. macropilis</i> | 63,28 \pm 19,57 b |
| Roseiras com <i>T. urticae</i> , <i>N. californicus</i> e <i>P. macropilis</i> . | 47,90 \pm 19,57 b |

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Até a terceira semana de liberação ou 4 predadores/tratamento não houve diferença entre os tratamentos e a testemunha. A partir daí todos os tratamentos diferiram da testemunha (Figura 5) conseguindo diminuir a população de *T. urticae* a níveis muito baixos ao fim do experimento. Esses resultados se assemelham com os resultados encontrados por Oliveira et al. (2009) onde após 20 dias da liberação de *P. macropilis* teve início a redução da população de ácaro-rajado em morangueiro.

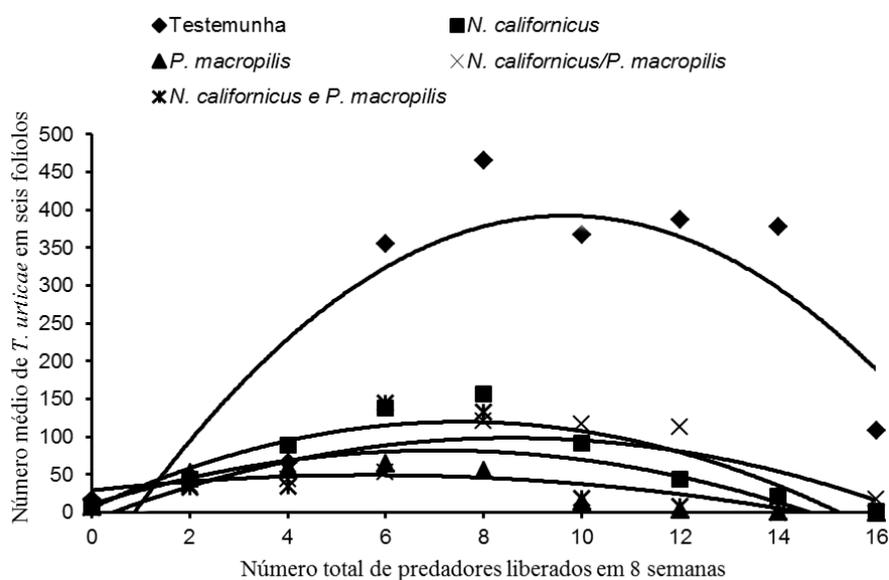


Figura 5 Número médio de ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, em função do número de ácaros predadores liberados (*Phytoseiulus macropilis* e *Neoseiulus californicus*) sobre roseiras.

Monteiro, Doll e Boeing (2008) avaliaram diferentes liberações de *N. californicus* para o controle do ácaro-vermelho em macieira. Foram liberados 50.000, 10.000 e 150.000 ácaros predadores por hectare, o que corresponde a 5, 10 e 15 ácaros por m². De acordo com os resultados a liberação de 15 ácaros por m² foi a que proporcionou um controle mais eficiente do ácaro-vermelho, ou seja, quanto maior o número de predadores maior o controle do ácaro fitófago. Foi observado o mesmo também por Souza-Pimentel et al. (2014) ao estudar o controle biológico do ácaro-rajado em roseiras com o uso de *N. californicus*, liberando densidades de predadores que variaram de 0 a 28 ao final de um mês. Os autores observaram que à medida que aumentava o número de predadores liberados nos tratamentos, também havia uma redução do ácaro-rajado nos folíolos.

Também Bellini (2008) estudando o potencial de *N. californicus* para o controle de *T. urticae* em roseiras, observou que a densidade inicial de 10 predadores/m² não foi suficiente para controlar a praga já que a mesma estava acima do nível de controle (10 ácaros/folha). Ao utilizar 20 predadores/m² o controle da praga foi mais rápido mesmo com uma infestação maior de *T. urticae*.

Greco, Sánchez e Liljesthröm (2005) estudaram diferentes relações entre o número de ácaros fitófagos, *T. urticae*, e do predador *N. californicus* na cultura do morango. Nas relações 1:5, 1:7,5 e 1:10 predador/presa, *N. californicus* conseguiu controlar *T. urticae* muito bem não ultrapassando o nível de dano econômico, que para esse trabalho foi de 50 ácaros/folhólo.

Fraulo e Liburd (2007) também observaram que *N. californicus* quando liberado em proporções entre 1:5 e 1:10 predador/presa, apresentou-se efetivo como agente de controle biológico de *T. urticae* em morangueiro, em condições de campo e casa de vegetação, mantendo a população da praga em baixos níveis durante longos períodos.

Opit, Nechols e Margolies (2004) avaliaram a eficiência de *P. persimilis* no controle do ácaro-rajado em gerânio. Os autores testaram as relações predador:presa de 1:4, 1:20 e 1:60. Após uma semana da liberação do predador nas relações 1:4 e 1:20 houve uma redução significativa de *T. urticae*, mantendo os níveis da praga baixos e também houve danos menores às plantas nessas relações. Após 4 semanas, na relação 1:4 os números de *T. urticae* que eram altos (aproximadamente 30 ácaros/folha) chegou a quase zero. Na relação 1:60 o número de *P. persimilis* encontrado nas folhas de gerânio aumentou ao longo das 4 semanas, provavelmente porque havia número suficiente de *T. urticae*. O predador foi capaz de controlar a praga, entretanto, a planta não teve a qualidade necessária para comercialização. Os autores concluíram então, que não há interação entre a proporção de liberação de predadores e a densidade de pragas,

pois, a eficiência de *P. persimilis* permaneceu constante pelo menos nessas densidades de pragas testadas.

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. Foram liberados durante três semanas quatro fêmeas e dois machos de *P. persimilis* ou *N. californicus* sozinhos ou duas fêmeas e um macho de cada na combinação dos dois ácaros. O experimento foi avaliado por 12 semanas, após as liberações. Esses autores verificaram que os dois ácaros, isoladamente, conseguiram diminuir a população de *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, 1867) (Acari: Tetranychidae) a zero, o que também foi observado no presente estudo para *N. californicus* e *P. macropilis*. Porém, quando liberados em conjunto, houve competição intraespecífica e interespecífica entre os ácaros generalistas e os especialistas. Os autores concluíram então que deve ser realizada a liberação de apenas um predador por vez, considerando-se cada caso antes da escolha do predador. No presente estudo, porém, é possível concluir que tanto a liberação isolada ou conjunta, pode ser utilizada.

Cakmak et al. (2009) estudaram o controle biológico de *T. cinnabarinus* em morangueiros com a liberação de *N. californicus*, *P. persimilis* e *N. californicus* + *P. persimilis*. Quando se atingiu de 2 a 3 formas ativas da praga/ folíolo houve a liberação isolada onde foi utilizado 1 predador para 20 pragas, ou a liberação conjunta que foram utilizados 2 predadores (um de cada espécie) para 40 pragas. Não houve diferença na liberação de *P. persimilis* sozinho ou em combinação com *N. californicus*, pois, os dois tratamentos conseguiram controlar os ácaros igualmente. Na liberação de *N. californicus* sozinho o número de *T. cinnabarinus* foi bem maior, sendo o único tratamento que atingiu o nível de dano. Dessa forma, os autores concluíram que não há vantagem em se liberar *N. californicus* sozinho ou em combinação com *P. persimilis*, já que *P. persimilis* sozinho foi capaz de controlar os ácaros. No presente estudo, como

não houve diferença entre os tratamentos, também pode ser sugerida a liberação de apenas uma das duas espécies estudadas, caso não se queira liberar as duas.

Diferentemente de Cakmak et al. (2009) e Rhodes et al. (2006) liberaram 10 ácaros *P. persimilis* ou *N. californicus* sozinhos ou 5 ácaros de cada espécie/ planta infestada. Foi considerada a proporção de 10:1 presa/predador. Os autores concluíram que a liberação conjunta de *N. californicus* e *P. persimilis* é mais eficiente que a liberação de *P. persimilis* sozinho, e essa pode ser uma opção para o controle em longo prazo de *T. urticae*. Para *N. californicus* não houve diferença entre a liberação combinada ou sozinha. Em campo, os autores concluíram que a liberação combinada pode ser uma opção viável, principalmente para produtores que não querem usar produtos químicos. O acaricida bifenazat (Acramite[®]) também pode ser aplicado em combinação com os predadores, pois, nos tratamentos em que houve a aplicação do produto e a população de *T. urticae* chegou próximo ao nível de dano, com as liberações dos predadores a população do ácaro-rajado foi efetivamente controlada. No presente estudo também houve a liberação de mais de um predador. Porém, como já foi visto, não houve essa diferença entre os tratamentos.

Shausberger e Walzer (2001) ainda sugeriram que a liberação de *P. persimilis* por si só é a estratégia mais favorável para imediato controle das populações de ácaros em estufa. No entanto, o controle em longo prazo de ácaros poderia ser melhorado pela liberação sequencial de *N. californicus* e *P. persimilis*. Se o alimento alternativo estiver disponível (por exemplo, pólen), *N. californicus* poderia ser liberado e persistir antes que os ácaros-praga ocorressem ou assim que fossem detectados. Assim que as densidades do ácaro aumentassem e *N. californicus* não fosse capaz de diminuir a praga, *P. persimilis* deveria ser liberado. O mesmo poderia ser uma opção para ser estudada com *N. californicus* e *P. macropilis* em roseiras.

Oliveira et al. (2009) relataram que *P. macropilis* também tem uma alta taxa de predação e que o predador foi capaz de localizar *T. urticae* a longas distâncias em morangueiros infestados, por meio de substâncias voláteis induzidas pela herbivoria de *T. urticae*. Van Schelt (1999) relatou que *N. californicus* funciona como um estabilizador, porque pode sobreviver melhor em baixas densidades populacionais da presa, e é mais resistente a produtos químicos do que *P. persimilis*. Essas características os tornam ainda mais promissores no controle biológico.

4.5 Avaliação do efeito residual de contato de produtos fitossanitários sobre fêmeas de *P. macropilis* e *N. californicus*

Dos produtos testados, apenas o acaricida-inseticida Pirate[®] (chlorphernapyr) foi altamente tóxico (classe 4) para *N. californicus* (Tabela 11). Os demais produtos testados foram inócuos ou levemente nocivos tanto para *N. californicus* (Tabela 11) como para *P. macropilis* (Tabela 12).

A seletividade do acaricida-inseticida bifenthrin foi estudada por Silva et al. (2011) para *N. californicus* e *E. concordis* em citros. Os autores concluíram que *N. californicus* foi altamente tolerante a esse produto com CL_{50} iguais ou superiores a concentração recomendada. Entretanto, *E. concordis* foi susceptível ao produto, sendo a CL_{50} inferior à concentração recomendada. No presente estudo, levando-se em conta a mortalidade dos ácaros pelo produto, observa-se que tanto para *N. californicus* como para *P. macropilis* esse valor também foi abaixo de 50%. O produto foi classificado na classe 2 para ambos os predadores, portanto, sendo considerado seletivo (Tabelas 11 e 12).

Tabela 11 Efeito de acaricidas, inseticidas e fungicidas utilizados em roseiras no Campo das Vertentes em Minas Gerais sobre fêmeas adultas de *Neoseiulus californicus* em condições de laboratório, na temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$.

| Tratamento | Número de espécimes | Mortalidade (%) | Mc (%) ¹ | Er ² | E (%) ³ | Classe de toxicidade ⁴ |
|--------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------|
| Testemunha | 35 | 14,3 | - | - | - | - |
| Bifenthrin | 35 | 22,9 | 10 | 0,61 | 44,97 | 2 |
| Boscalid+Kresoxim-methyl | 35 | 25,7 | 13,3 | 1,23 | 0 | 1 |
| Chlorfenapyr | 35 | 100 | 100 | - | 100 | 4 |
| Chlorothalonil | 35 | 48,6 | 40 | 0,98 | 41,27 | 2 |
| Difenoconazole | 35 | 22,9 | 10 | 0,46 | 58,73 | 2 |
| Mancozeb+Metalaxyl-M | 35 | 34,3 | 23,3 | 0,42 | 67,72 | 2 |
| Mandipropamid | 35 | 31,4 | 20 | 0,4 | 67,72 | 2 |
| Methiram+Pyraclostrobin | 35 | 20 | 6,7 | 0,61 | 42,86 | 2 |
| Propargite | 35 | 17,2 | 3,3 | 0,59 | 42,86 | 2 |
| Pyriproxifen | 35 | 14,3 | 0 | 0,34 | 66,14 | 2 |
| Thiofanate-Methyl | 35 | 5,4 | 0 | 0,17 | 79 | 2 |

¹Mortalidade corrigida; ²Efeito na reprodução; ³Efeito total; ⁴Classe 1= $E < 30\%$; Classe 2= $30\% \leq E \leq 79\%$; Classe 3 = $80\% \leq E \leq 99\%$; Classe 4 = $E \geq 99\%$.

O acaricida-inseticida *chlorfenapyr* foi o único produto que causou 100% de mortalidade ao ácaro predador *N. californicus* no presente estudo e foi considerado altamente tóxico (classe 4). O mesmo resultado foi relatado por Sato et al. (2002), que estudaram a toxicidade de produtos utilizados em morangueiro para *N. californicus* e por Silva e Oliveira (2006) e Silva et al. (2011) que estudaram a toxicidade de produtos utilizados em citros para *N. californicus*, onde a CL_{50} para os dois trabalhos estão bem abaixo das concentrações indicadas. Reis e Sousa (2001) também relataram que *chlorfenapyr* foi considerado altamente tóxico a *I. zuluagai* e *E. alatus* nas dosagens testadas.

Tabela 12 Efeito de acaricidas, inseticidas e fungicidas utilizados em roseiras no Campo das Vertentes em Minas Gerais sobre fêmeas adultas de *Phytoseiulus macropilis* em condições de laboratório, na temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$.

| Tratamento | Nº de espécimes | Mortalidade (%) | Mc (%) ¹ | Er ² | E (%) ³ | Classe de toxicidade ⁴ |
|--------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------|
| Testemunha | 25 | 4 | - | - | - | - |
| Bifenthrin | 25 | 40 | 37,5 | 0,72 | 54,88 | 2 |
| Boscalid+Kresoxim-methyl | 25 | 28 | 25 | 0,62 | 53,56 | 2 |
| Chlorfenapyr | 25 | 72 | 70,8 | 0,93 | 72,82 | 2 |
| Chlorothalonil | 25 | 28 | 25 | 0,98 | 26,65 | 1 |
| Difenoconazole | 25 | 68 | 66,7 | 1,29 | 56,99 | 2 |
| Mancozeb+Metalaxyl-M | 25 | 32 | 29,2 | 1,04 | 26,65 | 1 |
| Mandipropamid | 25 | 16 | 12,5 | 0,57 | 50,13 | 2 |
| Methiram+Pyraclostrobin | 25 | 48 | 45,8 | 1,3 | 29,55 | 1 |
| Propargite | 25 | 72 | 70,8 | 1,59 | 53,56 | 2 |
| Pyriproxifen | 25 | 40 | 37,5 | 1,14 | 29,02 | 1 |
| Thiofanate-Methyl | 25 | 36 | 33,3 | 0,47 | 68,87 | 2 |

¹Mortalidade corrigida; ²Efeito na reprodução; ³Efeito total; ⁴Classe 1= $E < 30\%$; Classe 2= $30\% \leq E \leq 79\%$; Classe 3 = $80\% \leq E \leq 99\%$; Classe 4 = $E \geq 99\%$.

Sato et al. (2002) relataram que a alta toxicidade de chlorfenapir a *N. californicus* em morangueiro pode estar associada ao fato de que, o produto ainda não tinha sido utilizado na propriedade onde foi realizado o estudo. Assim, os ácaros ainda não teriam sofrido nenhuma pressão de seleção ao produto até aquele momento.

Por outro lado, o acaricida-inseticida chlorfenapir foi considerado levemente nocivo (classe 2) a *P. macropilis* no presente estudo, mesmo causando uma mortalidade de aproximadamente 70% dos ácaros após seis dias de avaliação.

O fungicida boscalid+kresoxim-methyl, foi estudado por Poletti, Collette e Omoto (2008) para as fases imaturas e fêmeas adultas de *N. californicus* e *P. macropilis*. Considerando também apenas as fêmeas, como foi aqui estudado, os

autores relataram que esse fungicida causou mortalidade inferior a 20% para os dois ácaros, sendo *N. californicus* menos susceptível ao produto. O mesmo pode ser observado neste estudo, pois, embora o produto seja considerado seletivo aos dois ácaros, a mortalidade e também o efeito total do produto foi menor ao ácaro *N. californicus*, que foi classificado como inócuo (classe 1). Para o predador *P. macropilis* foi classificado como levemente nocivo (classe 2) (Tabelas 11 e 12).

O fungicida chlorothalonil também foi estudado por Poletti, Collette e Omoto (2008) para *N. californicus* e *P. macropilis*. Os autores concluíram que esse fungicida causou mortalidade inferior a 20% para os dois ácaros sendo, portanto, seletivo. No presente estudo, o produto também foi considerado seletivo aos dois predadores. Porém, *P. macropilis* sofreu um efeito menor e o produto foi considerado inócuo a esse predador. Para *N. californicus* o efeito foi um pouco maior e o produto foi considerado levemente nocivo.

Manzoni et al. (2007) verificaram o efeito do fungicida difenoconazole em espécies de parasitoides. O produto foi considerado inócuo aos adultos testados. O mesmo foi encontrado por Matos (2007) também estudando o efeito desse produto aos adultos de parasitoides na cultura dos citros. Neste estudo, porém, difenoconazole foi considerado levemente nocivo aos ácaros predadores *N. californicus* e *P. macropilis*, que embora tenha afetado um pouco mais os ácaros que os parasitoides, não deixou de ser seletivo a eles.

O fungicida mancozeb+metalaxyl-M foi considerado levemente nocivo a *N. californicus* neste estudo. Para *P. macropilis* o produto foi considerado inócuo, assim como, no estudo de Rocha et al. (2006) que testaram o efeito desse produto a adultos do predador *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae).

O fungicida mandipropamid foi levemente nocivo a *N. californicus* e a *P. macropilis* (classe 2). Embora não se tenha encontrado na literatura relatos

sobre a sua seletividade a organismos benéficos, esse é um fungicida muito utilizado para o controle do míldio em roseiras.

O fungicida methiram + pyraclostrobin foi inócuo à *P. macropilis* e levemente nocivo à *N. californicus* neste estudo. Poletti, Collette e Omoto (2008) encontraram resultados diferentes a esses. Os autores relataram que *N. californicus* foi menos susceptível ao produto que *P. macropilis*. Entretanto, os autores levaram em consideração apenas a mortalidade das fêmeas. Se compararmos apenas a mortalidade como esses autores, verifica-se que *N. californicus* (Mc = 6,7) realmente foi menos afetado que *P. macropilis* (Mc = 45,8). Porém, considerando-se também o efeito na reprodução do ácaro, percebe-se que *N. californicus* foi mais afetado que *P. macropilis*, por isso, essa diferença no efeito total do produto, embora seja considerado seletivo, da mesma forma, aos dois ácaros predadores.

O fungicida thiofanate-methyl foi classificado por Amin, Mizell e Flowers (2009) para *P. macropilis* como inócuo (classe 1) e embora neste estudo o fungicida tenha sido classificado como levemente nocivo (classe 2) aos dois ácaros predadores, no entanto, da mesma forma podem ser considerados seletivos aos predadores.

O acaricida propargite foi classificado como levemente nocivo aos dois ácaros predadores neste estudo. Esses resultados diferem dos resultados de Ruiz e Moraes (2008) e Silva et al. (2011) que testaram o produto em *N. californicus* e também diferem dos trabalhos de Amin, Mizell e Flowers (2009) e Veronez, Sato e Nicastro (2012) que testaram o produto em *P. macropilis*. Todos esses autores relataram que propargite foi altamente tóxico aos ácaros predadores. Entretanto, foi considerada apenas a mortalidade dos ácaros pelo produto, sem levar em conta seu efeito na reprodução. Isso pode ter levado a essa diferença nos resultados, pois, Costa et al. (2012) também testaram o efeito de propargite em *P. macropilis* e assim como no presente estudo também o classificaram

como classe 2 (levemente nocivo) ao levarem em conta não só a mortalidade do ácaro, mas, também o efeito do produto na sua reprodução.

Ainda no estudo do acaricida propargite, Silva e Oliveira (2006) estudaram a seletividade desse produto utilizado em citros para *N. californicus* e o classificaram como classe 1. Os autores sugeriram que a resistência a esse ingrediente ativo provavelmente tenha sido desenvolvida no campo onde foi coletado (morangueiro), uma vez que esses ingredientes ativos são frequentemente utilizados nessa cultura ou, então, devido a uma tolerância natural do ácaro predador, o que também pode ter ocorrido no presente estudo.

O inseticida pyriproxifen foi considerado seletivo aos dois predadores. *P. macropilis* mostrou-se menos susceptível ao produto (classe 1) que *N. californicus* (classe 2). Entretanto, quando se observa a mortalidade do ácaro pelo produto, *N. californicus* é mais tolerante que *P. macropilis*. Por outro lado, embora o produto não tenha causado mortalidade em *N. californicus*, também prejudicou a oviposição pela fêmea, o que fez com que o efeito do produto tenha sido classificado como levemente nocivo. Já para *P. macropilis* houve mortalidade das fêmeas com a aplicação do produto, entretanto, o mesmo não prejudicou a oviposição da fêmea, fazendo com que fosse maior que a da testemunha. Dessa forma, o produto torna-se menos prejudicial ao predador, pois, as fêmeas deixarão seus descendentes (Tabelas 11 e 12).

Neste estudo, como apenas o produto chlorfenapyr (Pirate[®]) foi altamente tóxico a *N. californicus* (Tabela 11), outro experimento foi realizado para se determinar o efeito residual do produto até que todas as fêmeas permanecessem vivas.

De acordo com os resultados, após cinco dias de avaliação, o produto não causou mais efeito na mortalidade das fêmeas (Tabela 13) e após mais seis dias de avaliação para a verificação do efeito na reprodução e no efeito total, o produto passou de classe 4 para a classe 1 (Tabela 14).

Tabela 13 Efeito residual do acaricida-inseticida chlorfenapyr sobre fêmeas adultas de *Neoseiulus californicus*, 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a aplicação do produto, na temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 14 horas de fotofase.

| Horas após aplicação | N ¹ | Nº de ácaros vivos | % de mortalidade |
|----------------------|----------------|--------------------|------------------|
| 24h | 25 | 0 | 100 |
| 48h | 25 | 0 | 100 |
| 72h | 25 | 0 | 100 |
| 96h | 25 | 11 | 44 |
| 120h | 25 | 25 | 0 |

¹N = Número de espécimes estudados.

Tabela 14 Efeito do acaricida-inseticida chlorfenapyr sobre a mortalidade e reprodução de fêmeas adultas de *Neoseiulus californicus* após 120h da aplicação do produto, na temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 14 horas de fotofase.

| Tratamento | Nº de espécimes | Mortalidade (%) | Mc (%) ¹ | Er ² | E (%) ³ | Classe de toxicidade ⁴ |
|--------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------|
| Testemunha | 25 | 0 | 0 | - | - | - |
| Chlorfenapyr | 25 | 0 | 0 | 1,51 | 0 | 1 |

¹Mortalidade corrigida; ²Efeito na reprodução; ³Efeito total; ⁴Classe 1= $E < 30\%$; Classe 2= $30\% \leq E \leq 79\%$; Classe 3 = $80\% \leq E \leq 99\%$; Classe 4 = $E \geq 99\%$.

Esses resultados se assemelham aos encontrados por Sato et al. (2002) que também avaliaram o efeito residual de chlorfenapyr ao ácaro *N. californicus* após 1, 3, 5 e 7 dias após a aplicação em folhas de morangueiro. Os autores encontraram efeito do produto ao predador, causando mortalidade inicial de 57,5% dos ácaros e mantendo um efeito significativo até 5 dias após a aplicação.

Silva e Oliveira (2007) também relataram a toxicidade residual de chlorfenapyr a *N. californicus*, o qual causou mortalidade inicial de 100% dos ácaros, como foi observado no presente estudo. Entretanto, esses autores observaram um efeito significativo do produto até sete dias após a aplicação.

No presente estudo, chlorfenapyr só não apresentou efeito tóxico ao predador após cinco dias da sua aplicação. Após esse período também estimulou a oviposição da fêmea, tendo sido encontrado um valor de Er maior que 1 (Er =

1,51). Provavelmente tenha ocorrido o fenômeno da hormoligose, onde dosagens subletais do produto causam estímulo direto na reprodução (REIS; ZACARIAS, 2007).

Pirate[®] (chlorfenapyr) é um produto muito utilizado pelos agricultores para o controle de *T. urticae*. Caso a infestação pelo ácaro-rajado seja muito alta, pode-se utilizar o manejo integrado de pragas, aplicando-se primeiramente o produto para diminuir a infestação da praga e após cinco dias liberar os predadores para dar continuidade ao controle.

5 CONCLUSÕES

- Os ácaros predadores *N. californicus* e *P. macropilis* são efetivos para o controle biológico do ácaro-rajado em roseiras, em liberação isolada ou em combinação das duas espécies.
- Os produtos bifenthrin, boscalid + kresoxim-methyl, chlorotalonil, difenoconazole, mancozeb+metalaxil-M, mandipropamid, methiram + pyraclostrobin, propargite, pyraclostrobin e thiofanate-methyl são seletivos aos ácaros predadores *N. californicus* e *P. macropilis* e podem ser utilizados como uma estratégia no manejo integrado de pragas e doenças em roseiras.
- O produto chlorfenapir não é tóxico ao ácaro predador *P. macropilis* e, portanto pode ser utilizado como uma tática dentro do manejo integrado do ácaro-rajado em roseiras, porém, não pode ser utilizado para o ácaro predador *N. californicus* que é sensível ao produto.
- O ácaro predador *N. californicus* somente deve ser liberado após cinco dias (120h) da aplicação do chlorfenapyr em programa de manejo integrado onde for utilizado esse produto.

REFERÊNCIAS

- ABAD-MOYANO, R. et al. Comparative life-history traits of three phytoseiid mites associated with *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) colonies in clementine orchards in eastern Spain: implications for biological control. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 47, p. 121-132, 2009.
- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, p. 265-267, 1925.
- ALI, F. Life tables of *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Gamasida: Phytoseiidae) at different temperatures. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 22, p. 335-342, 1998.
- AMANO, H.; CHANT, D. A. Laboratory studies on the feeding habits, reproduction and development of three phytoseiid species, *Typhlodromus pomi*, *Phytoseius macropilis* and *Amblyseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae), occurring on abandoned apple trees in Ontario, Canada. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 2, p. 299-313, 1986.
- AMIN, M. M.; MIZELL, R. F.; FLOWERS, R. W. Response of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) to pesticides and kairomones of three spider mite species (Acari: Tetranychidae), and non-prey food. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 92, n. 4, p. 554-562, 2009.
- 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. cap. 2 e 3, p. 31-54.
- BAKKER, F. M. et al. Side-effect test for Phytoseiidae and their rearing methods. **IOBC /WPRS Bulletin**, Montfavet, v. 15, n. 3, p. 61-81, 1992.
- BAMBARA, S. B. Predator mites of spider mites greenhouses-ornamentals and turf. **North Carolina Pest News**, Raleigh, v.13, n. 6, p. 1-4, 1998.

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

BARBOSA, J. G. et al. Cultivo de rosas. In: PAULA JUNIOR, T. J.; VENZON, M. **101 Culturas**: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 675-682.

BELLINI, M. R. **Manejo de Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) em plantas ornamentais**. 2008. 138 p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

BERNARDI, D. et al. **Bioecologia, monitoramento e controle do ácaro-rajado com o emprego da azadiractina e ácaros predadores na cultura do morangueiro**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2010. p. 1-8. (Circular Técnica, 83).

BESSIN, R.; TOWNSEND, L. H.; ANDERSON, R. G. **Greenhouse Insect Management**. Kentucky: University of Kentucky, 1997. 6 p.

BIOBEST. 2014. Disponível em: <<http://www.biobest.be/productenalg/2/3/>>. Acesso em: 10 maio 2014.

BRASIL. Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 8 fev. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990**. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos seus componentes e afins e dá outras. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D98816.htm>. Acesso em: 23 jul. 2014.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos seus componentes e afins e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm>. Acesso em: 22 jul. 2014.

BUENO, V. H. P. Controle biológico em cultivos protegidos: importância e perspectivas. In: SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, J. R.; NOJOSA, G. B. A. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: UFLA, 2001. p. 309-327.

BUSOLI, A. C. Uso de enxofre em citros e dinâmica populacional de cochonilhas e ácaros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13, n. 1, p. 353- 395, 1992.

CAKMAK, I. et al. Biological control of an acarine pest by single and multiple natural enemies. **Biological Control**, Orlando, v. 50, p. 60-65, 2009.

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.

CARRILLO, D.; PEÑA, J. E. Prey-stage preferences and functional and numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 57, p. 361-372, 2012.

CARVALHO, L. M. et al. Manejo de pragas em cultivo de roseira de sistema de produção integrada e sistema convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 938-944, 2012.

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 f. Tese (Doutorado em Irrigação) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

CASTAGNOLI, M.; SIMONI, S. Effect of long-term feeding history on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 23, p. 217-234, 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 & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 25, n. 10/11, p. 819-831, 2001.

CHANT, D. A. Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). Part II. A taxonomic review of the family Phytoseiidae, with descriptions of 38 new species. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 12, p. 45-166, 1959. Suppl.

CHANT, D. A. The Phytoseiidae: external anatomy. In: RELLE, W.; SABELLIS, M. W. (Ed.). **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier Science, 1985. v. 1B, p. 5-9.

COCK, M. J. W. et al. Do new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control? **Biocontrol**, Dordrecht, v. 55, p. 199-218, 2010.

COOMBS, M. R.; BALE, J. S. Comparison of thermal activity thresholds of the spider mite predators *Phytoseiulus macropilis* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 59, p. 435-445, 2013.

COSTA, R. et al. Efeito de agrotóxicos usados na cultura do morangueiro sobre o predador *Phytoseiulus macropilis* (Banks) em laboratório, semicampo e campo no sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Inconfidentes, v. 4, n. 3, p. 1-12, 2012.

CRUZ, I. Controle biológico em manejo integrado de pragas. In: PARRA, J. R. P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil**: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p. 544-570.

DAVIES, J. T.; IRESON, J. E.; ALLEN, G. R. Pre-adult development of *Phytoseiulus persimilis* on diets of *Tetranychus urticae* and *Tetranychus lintearius*: implications for the biological control of *Ulex europaeus*. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 47, p. 133-145, 2009.

DEMITE, P. R.; McMURTRY, J. A.; MORAES, G. J. Phytoseiidae database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). **Zootaxa**, Auckland, v. 3795, n. 5, p. 571-577, 2014.

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

FADINI, M. A. M. et al. **Controle biológico do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) no morangueiro com ácaros predadores**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2008. 3 p. (Circular Técnica, 44).

FAN, Y.; PETITT, F. L. Biological control of broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), by *Neoseiulus barkeri* Hughes on pepper. **Biological Control**, Orlando, v. 4, p. 390-395, 1994.

FERLA, N. J.; MARCHETTI, M. M.; GONÇALVES, D. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp., Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 103-110, 2007.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

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

FLORES, J. L. et al. Demographic parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on four *Rosa* sp. cultivars. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 96, n. 4, p. 1508-1512, 2013.

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.

FRAULO, A. B.; LIBURD, O. E. Biological control of twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, with predatory mite, *Neoseiulus californicus*, in strawberries. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 43, p. 109-119, 2007.

GOTOH, T.; NOZAWA, M.; YAMAGUCHI, K. Prey consumption and functional response of three acarophagous species to eggs of the two-spotted spider mite in the laboratory. **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 39, n. 1, p. 97-105, 2004.

GRAFTON-CARDWELL, E. E.; OUYANG, Y.; STRIGGOW, R. A. Predacious mites for control of citrus thrips, *Scirtothrips citri* (Thysanoptera: Thripidae) in nursery citrus. **Biological Control**, Orlando, v. 14, p. 29-36, 1999.

GRECO, N. M.; SÁNCHEZ, N. E.; LILJESTHRÖM, G. G. *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential control agent of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): effect of pest/predator ratio on pest abundance on strawberry. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 37, p. 57–66, 2005.

GUIMARÃES, J. A. et al. **Ácaros predadores no manejo do ácaro rajado em morangueiro no Distrito Federal**. Brasília: EMBRAPA, 2010. 7 p. (Comunicado Técnico, 76).

GUTIERREZ, J.; HELLE, W. Evolutionary changes in the Tetranychidae. In: HELLE, W.; SABELIS, M. W. (Ed.). **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier Science, 1985. v. 1A, p. 91-107.

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. 109-119, 1994.

HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 91, p. 385-398, 1959.

HOQUE, M. F.; ISLAM, W.; KHALEQUZZAMAN, M. Life tables of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and its predator *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). **BioScience Journal**, Uberlândia, v. 16, p. 1-10, 2008.

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

HUFFAKER, C. B. Experimental studies on predation: dispersion factors and predator-prey oscillations. **Hilgardia**, Berkeley, v. 27, p. 343-383, 1958.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=213>>. Acesso em: 2 fev. 2014.

JULIANO, S. A. Nonlinear curve fitting: predation and functional response curves. In: CHEINER, S. M.; GURVEN, J. (Ed.) **Design and analysis of ecological experiments**. 2nd ed. London: Chapman & Hall, 2001. p. 178-196.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. D. Production of cut flowers in the state of Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 120-126, Jan./Feb. 2009.

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS. Disponível em: <http://www.promip.agr.br/produtos_interna.php?cid=15>. Acesso em: 10 abr. 2014.

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS **Informativo**, Guaranhuns, v. 1, n. 1, p. 2, nov. 2007. Disponível em: <<http://www.promip.agr.br/informativos.asp>>. Acesso em: 29 set. 2010.

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS. **Informativo**, Guaranhuns, v. 2, n. 1, p. 2, maio 2008. Disponível em: <<http://www.promip.agr.br/informativos.asp>>. Acesso em: 29 set. 2010.

MANZONI, C. G. et al. Seletividade de agroquímicos utilizados na produção integrada de maçã aos parasitóides *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **BioAssay**, Piracicaba, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2007.

MARAFELI, P. P. et al. Life history of *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) when laboratory fed with castor bean plant (*Ricinus communis* L.) pollen. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 74, n. 3, 2014. (no prelo).

MARAFELI, P. P. et al. *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) preying in different life stages of *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Acarologia**, Paris, v. 51, p. 499-506, 2011.

MATOS, M. M. **Seletividade a *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983, de agroquímicos utilizados na citricultura paulista para o controle do bicho-furão-dos-citros, *Gymmandrosoma aurantianun* Lima, 1927**. Piracicaba, 2007. 54 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

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.; SCRIVEN, G. T. Studies on the feeding, reproduction, and development of *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae) on various food substances. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 57, p. 649-655, 1964.

MENYHÉRT, J.; LINDEN, A. VAN DER. Introduction of the predatory mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* against *Tetranychus urticae* in outdoor roses. **IOBC/WPRS Bulletin**, British Columbia, Canada, v.25, n. 1, p. 177-180, 2002.

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

MILONAS, P. G.; KONTODIMAS, D. C. H.; MARTINO, A. F. A predator's functional response: influence of prey species and size. **Biological Control**, Orlando, v. 59, p. 141-146, 2011.

MONTEIRO, L. B. Criação de ácaros fitófagos e predadores: um caso de produção de *Neoseiulus californicus* por produtores de maçã. In: PARRA, J. R. P. Et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002a. p. 351-362.

MONTEIRO, L. B.; DOLL, A.; BOEING, L. F. Densidade de *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) no controle do ácaro-vermelho da macieira, Fraiburgo-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 30, n. 4, p. 902-906, 2008.

MONTEIRO, L. B. Manejo integrado de *Panonychus ulmi* em macieira. Primeiras experiências com a introdução de *Neoseiulus californicus*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 24, n. 2, p. 395-405, 2002b.

MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.15, n.167, p. 53-55, 1991.

MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J. R. P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 221-232.

MORAES, G. J. et al. Alternative plant habitats for common phytoseiid predator of the cassava green mite (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) in northeast Brazil. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 17, p. 77-90, 1993.

MORAES, G. J. et al. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, Auckland, v. 434, p. 1- 494, 2004.

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

MORO, L. B. et al. Parâmetros biológicos e tabela de vida de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em cultivares de mamão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 487-493, 2012.

NEWMAN, J. et al. Implementation of IPM scouting programs for ornamental crop production. **IOBC/WPRS Bulletin**, França, v.19, n. 1, p. 111-114, 1996.

OCHIAI, N. et al. Toxicity of bifenthrin and its principal active metabolite, diazene, to *Tetranychus urticae* and *Panonychus citri* and their relative toxicity to the predaceous mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 43, p. 181-197, 2007.

OLIVEIRA, H. et al. A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, Orlando, v. 42, p. 105-109, 2007.

OLIVEIRA, H. et al. Evaluation of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* Banks (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of the twospotted spider mite on strawberry plants under greenhouse conditions. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 47, p. 275-283, 2009.

OPIT, G. P. et al. Comparing chemical and biological control strategies for twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) in commercial greenhouse production of bedding plants. **Journal Economy Entomology**, Annapolis, v. 102, n. 1, p. 336-346, 2009.

OPIT, G. P.; NECHOLS, J. R.; MARGOLIES, D. C. Biological control of twospotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), using *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on ivy geranium: assessment of predator release ratios. **Biological Control**, Orlando, v. 29, p. 445-452, 2004.

PALYVOS, N. E.; EMMANOUEL, N. G.; SAITANIS, C. J. Mites associated with stored products in Greece. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 44, p. 213-226, 2008.

PARRELLA, M. P.; HANSEN, L. S.; VAN LENTEREN, J. C. Glasshouse environments. In: BELLOWS, T. S.; FISHER, T. W. (Ed.). **Handbook of biological control**. New York: Academic, 1999. p. 819-839.

PEDIGO, L. P.; ZEISS, M. R. Developing a degree-day model for predicting insect development. In:_____. (Ed.). **Analyses in insect ecology and management**. Ame: Iowa State University, 1996. p. 67-74.

POLETTI, M.; COLLETTE, L. P.; OMOTO, C. Compatibilidade de agrotóxicos com os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **BioAssay**, Piracicaba, v. 3, n. 3, p. 1-14, 2008.

POLETTI, M.; MAIA, A. H. N.; OMOTO, C. Toxicity of neonicotinoid insecticides to *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) and their impact on functional response to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, Orlando, v. 40, p. 30-36, 2007.

PRASAD, V. Biology of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* in Hawaii (Acarina: Phytoseiidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 60, n. 5, p. 905-908, 1967.

PRICE, P. W. **Insect ecology**. 2nd ed. New York: J. Wiley, 1984. 607 p.

RAHMAN, V. J. et al. Functional and numerical responses of the predatory mite, *Neoseiulus longispinosus*, to the red spider mite, *Oligonychus coffeae*, infesting tea. **Journal of Insect Science**, Annapolis, v. 12, p. 1-12, 2012.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>. Acesso em: 1 mar. 2014.

REIS, P. R. et al. Effect of prey density on the functional and numerical responses of two species of predaceous mites (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, p. 461-467, 2003.

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

REIS, P.R. et al. Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 265-274, 1998.

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

REIS, P. R.; SOUSA, E. O. Seletividade de chlorfenapyr e fenbutatin-oxide sobre duas espécies de ácaros predadores (Acari: Phytoseiidae) em citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 23, n. 3, p. 584-588, 2001.

REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S. **Ácaros em cafeeiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 76 p. (Boletim Técnico, 81).

RHODES, E. M. et al. Comparison of single and combination treatments of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus*, and Acramite (bifenazate) for control of twospotted spider mites in strawberries. **Experimental Applied & Acarology**, Amsterdam, v. 39, p. 213-225, 2006.

RIAHI, E. et al. Population growth parameters of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, on three peach varieties in Iran. **Acarologia**, Paris, v. 51, n. 4, p. 473-480, 2011.

ROCHA, L. C. D. et al. Toxicidade de produtos fitossanitários para adultos de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 309-315, 2006.

RUIZ, M. G.; MORAES, G. J. Mortalidade do ácaro predador *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) em testes de toxicidade residual de inseticidas e acaricidas usuais em pomáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 30, n. 4, p. 919- 924, 2008.

SABELIS, M. W.; JANSSEN, A. Evolution of life-history patterns in the Phytoseiidae. In: HOUCK, M. A. (Ed.). **Mites: ecological and evolutionary analyses of life-history patterns**. New York: Chapman & Hall, 1994. p. 70-99.

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”, Piracicaba, 2000.

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. 41-46, 1994.

SATO, M. E. et al. Toxicidade Diferencial de Agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Morangueiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 449-456, 2002.

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

SCHNELLE, M. A. et al. **Comercial greenhouse pests**. Stillwater: Oklahoma Agricultural Experiment Station, 1990. 8 p. (Circular E-909).

SEVERINO, C. A. M. **Controle biológico de pragas e doenças em floricultura**. Salvador: Rede de Tecnologia da Bahia, 2007. 24 p. (Dossiê Técnico).

SHIH, C. I.; POE, S. L.; CROMROY, H. L. Biology and predation of *Phytoseiulus macropilis* on *Tetranychus urticae*. **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 62, n. 1, p. 48-53, 1979.

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.

SIGMAPLOT for windows: version 9.01. London: Systat Software, 2004.

SILVA, F. R. et al. Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 291-296, 2005.

SILVA, E. A. et al. *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on *Gerbera jamesonii* Bolus and Hook (Asteraceae). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 69, n. 4, p. 1121-1125, 2009.

SILVA, M. Z. et al. Toxicidade diferencial de agrotóxicos utilizados em citros para *Neoseiulus californicus*, *Euseius concordis* e *Brevipalpus phoenicis*. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 87-95, 2011.

SILVA, M. Z.; OLIVEIRA, C. A. L. Seletividade de alguns agrotóxicos em uso na citricultura ao ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 28, n. 2, p. 205-208, 2006.

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

SILVEIRA, E. C. **História de vida de *Euseius concordis* (Chant, 1959) tendo como presa *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae)**. 2013. 69 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

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

SOUZA-PIMENTEL, G. C. et al. Biological control of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae) on rosebushes using *Neoseiulus californicus* (Phytoseiidae) and agrochemical selectivity. **Revista Colombiana de Entomologia**, Santafé de Bogotá, v. 40, n. 1, p. 80-84, 2014.

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.

TOLEDO, M. A. et al. Predatory potential of *Euseius alatus* (Phytoseiidae) on different life stages of *Oligonychus ilicis* (Tetranychidae) on coffee leaves under laboratory conditions. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 42, p. 185-190, 2013.

TORRES, F. Z. V. et al. Seletividade de inseticidas a *Orius insidiosus*. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 433-439, 2007.

TUOVINEN, T.; LINDQVIST, I. Maintenance of predatory phytoseiid mites for preventive control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* in strawberry plant propagation. **Biological Control**, Orlando, v. 54, p. 119-125, 2010.

VAN LENTEREN, J. C. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? **Crop Protection**, Guildford, v. 19, p. 375-384, 2000.

VAN LENTEREN, J. C. Controle biológico: uma proposta atrativa para o manejo de pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 4-8, 2005.

VAN LENTEREN, J. C. Integrated pest management in protected crops. In: DENT, D. (Ed.). **Integrated pest management**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 311-343.

VAN LENTEREN, J. C.; WOESTS, J. Biological and integrated pest control in greenhouses. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v. 33, p. 239-269, 1988.

VAN SCHELT, J.V. Biological control of sweet pepper pests in the Netherlands. **IOBC/WPRS Bulletin**, França, v. 22, n. 1, p. 217-220, 1999.

VASCONCELOS, G. J. N. **Eficiência dos ácaros predadores *Phytoseiulus fragariae* e *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) em *Licopersicon esculentum* e *Solanum americanum***. 2006. 81 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2006.

VASCONCELOS, G. J. N. et al. Life history of the predatory mite *Phytoseiulus fragariae* on *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) at five temperatures. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 44, p. 27-36, 2008.

VERONEZ, B.; SATO, M. E.; NICASTRO, R. L. Toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *Tetranychus urticae* e o predador *Phytoseiulus macropilis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 4, p. 511-518, 2012.

WALZER, A.; SCHAUSBERGER, P. Are two better than one? Combined effects of the predatory mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) on spider mites control. **IOBC /WPRS Bulletin**, Finlândia, v. 28, n. 1, p. 309-312, 2005.

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, p. 75-81, 1994.

ZHANG, Z. Q. **Mites of greenhouses**: identification, biology and control. Wallingford: CABI, 2003. 244 p.