

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DINÂMICA POPULACIONAL E CONTROLE DO ÁCARO
Aceria litchii KEIFER (PROSTIGMATA: ERIOPHYIDAE)
EM PLANTAS DE LICHIA**

**Letícia Henrique de Azevedo
Engenheira Agrônoma**

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DINÂMICA POPULACIONAL E CONTROLE DO ÁCARO
***Aceria litchii* KEIFER (PROSTIGMATA: ERIOPHYIDAE)**
EM PLANTAS DE LICHIA

Letícia Henrique de Azevedo

Orientador: Prof. Dr. Gilberto José de Moraes

Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Takao Yamamoto

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola)

A994d Azevedo, Letícia Henrique de
Dinâmica populacional e controle do ácaro *Aceria litchii* Keifer
(Prostigmata: Eriophyidae) em plantas de lichia / Letícia Henrique de
Azevedo. – – Jaboticabal, 2013
vi, 73 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientador: Gilberto José de Moraes
Co-orientador: Pedro Takao Yamamoto
Banca examinadora: Antonio Carlos Lofego, Daniel Júnior de
Andrade
Bibliografia

1. Ácaro-da-erinoze. 2. Fitoseídeos. 3. *Litchi chinensis*. 4. MIP. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.42



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: DINÂMICA POPULACIONAL E CONTROLE DO ÁCARO *Aceria litchii* KEIFER
(PROSTIGMATA: ERIOPHYIDAE) EM PLANTAS DE LICHIA

AUTORA: LETÍCIA HENRIQUE DE AZEVEDO

ORIENTADOR: Prof. Dr. GILBERTO JOSÉ DE MORAES

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. PEDRO TAKAO YAMAMOTO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA
(ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA) , pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. GILBERTO JOSÉ DE MORAES
Universidade de São Paulo / Piracicaba/SP

Prof. Dr. DANIEL JUNIOR DE ANDRADE
Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. ANTONIO CARLOS LOFEGO
Departamento de Zoologia e Botânica / Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas de São
José do Rio Preto

Data da realização: 07 de fevereiro de 2013.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Letícia Henrique de Azevedo – filha de Joaquim Teodoro de Azevedo (in memorian) e Maria Paula Henrique da Silva Azevedo nasceu em 28 de junho de 1987, em Lavras, Estado de Minas Gerais, Brasil. Ingressou na Universidade Federal de Lavras – UFLA em março de 2006 no curso de Agronomia. Em 2007 iniciou estágio no Departamento de Entomologia desta instituição e foi bolsista de iniciação científica até a conclusão do curso, em julho de 2010. Em março de 2011 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola) na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV) – Campus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Gilberto José de Moraes.

Dedico

A Deus, que me concede força, esperança e perseverança diária;

À minha mãe Maria Paula Henrique da Silva Azevedo por me amar de forma incondicional e ser sempre exemplo de generosidade, humildade e honestidade em minha vida;

Ao meu querido irmão Matheus Henrique de Azevedo pelo carinho imenso e travessuras que sempre fizeram meus dias mais felizes.

Ofereço

Ao meu amado companheiro Diego Luis Prado e toda sua família pela paciência, cuidado e atenção.

Ofereço especialmente

Ao Prof. Dr. Gilberto José de Moraes pelos preciosos ensinamentos, orientação, consideração e principalmente pela confiança em mim depositada.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, por ter me propiciado a oportunidade de novos conhecimentos e amizades.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), e ao Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia e Acarologia desta instituição pelo fornecimento de suporte técnico fundamental para o desenvolvimento do meu trabalho de pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola e ao Departamento de Fitossanidade da FCAV-UNESP, em especial ao Professor Dr. Antonio Carlos Busoli, pelo acolhimento e por ter fornecido todo apoio intelectual e material necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudos durante o mestrado.

Ao estimado Prof. Dr. Pedro T. Yamamoto por sua co-orientação neste trabalho, sugestões e amizade.

Aos colegas Odimar Z. Zanardi e Olinto Lasmar, que muito me ajudaram com os experimentos laboratoriais e de campo e da parte química deste trabalho.

Ao Professor Dr. Carlos H. W. Flechtmann que representa um poço de sabedoria intelectual e cultural, transmitidas principalmente nos agradáveis momentos do café.

Ao Professor Mário M. Inomoto pela contribuição na descoberta de uma nova técnica para extração dos ácaros das folhas de lichieira.

Ao Dr. Raphael de C. Castilho pela grande amizade e boa vontade em ajudar através de sugestões e críticas ao trabalho.

Aos estagiários e amigos Enzo Y. Maeda, Marcela R. Massaro e Michele R. Ennes, pela imensa ajuda em todos os experimentos realizados.

Ao Amauri T. Peratelli por colaborar no contato com produtores de lichia e pelas informações sobre como esses estão manejando seus pomares.

A Marie C. Garrano, proprietária da Fazenda Santa Maria, por ceder a área para a realização do experimento químico de campo deste trabalho.

Ao Lásaro V. F. da Silva pela grande contribuição na logística das coletas realizadas.

Aos funcionários e professores do Laboratório de Nematologia do Departamento de Fitossanidade da FCAV – UNESP pelo suporte técnico durante minha estadia nesta Universidade.

Aos funcionários do prédio da Zoologia da ESALQ – USP, Cláudia S. T. Godoy, José L. F. Piedade e Josenilton L. Mandro.

A todos aqueles que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A todos os meus familiares, em especial ao meu padrinho Nicolau A. Daher pelo cuidado e carinho.

Às amigas Grazielle F. Moreira e Nara C. P. Barbosa pelas conversas, conselhos e apoio durante minha estadia em Jaboticabal.

Aos amigos do Laboratório de Acarologia: Paula C. Lopes, Ana C. Cavalcante, Dr. Peterson R. Demite, Jandir C. Santos, Leocádia S. Martinez, Diana M. R. Ramirez, Juliano A. de Freitas, Daniel C. Oliveira, Marina F. de C. Barbosa, Renan V. da Silva e João Paulo Z. Narita, pelas risadas e ajuda nos momentos difíceis.

À minha amiga e companheira de casa Natália de S. T. Silva pelas conversas, paciência e carinho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
Referências.....	4
CAPÍTULO 2 – DINÂMICA POPULACIONAL DE <i>Aceria litchii</i> E SEUS PREDADORES EM LICHIEIRAS NA REGIÃO DE LIMEIRA, ESTADO DE SÃO PAULO.....	8
Resumo.....	8
2.1 Introdução.....	9
2.2 Material e Métodos.....	10
2.3 Resultados.....	13
2.4 Discussão.....	17
2.5 Conclusões.....	19
2.6 Referências.....	19
CAPÍTULO 3 – BIOLOGIA DE <i>Phytoseius intermedius</i> EVANS & MacFARLANE (ACARI: PHYTOSEIIDAE).....	21
Resumo.....	21
3.1 Introdução.....	22
3.2 Material e Métodos.....	23
3.2.1 Colônia de manutenção de <i>P. intermedius</i>	23
3.2.2 Procedimento experimental.....	23
3.2.3 Tabela de vida.....	24
3.3 Resultados e Discussão.....	24
3.4 Conclusões.....	26
3.5 Referências.....	27
CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA E AVALIAÇÃO DE	

ACARICIDAS/INSETICIDAS SOBRE <i>Aceria litchii</i> (ACARI: ERIOPHYIDAE) E SEU PREDADOR <i>Phytoseius intermedius</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE)	30
Resumo.....	30
4.1 Introdução.....	31
4.2 Material e Métodos.....	32
4.2.1 Metodologia para avaliação de acaricidas/inseticidas sobre <i>A. litchii</i> ..	32
4.2.2 Efeito sobre <i>Aceria litchii</i>	34
4.2.3 Efeito sobre <i>Phytoseius intermedius</i>	37
4.3 Resultados.....	38
4.3.1 Efeito sobre <i>Aceria litchii</i>	38
4.3.2 Efeito sobre <i>Phytoseius intermedius</i>	38
4.4 Discussão.....	41
4.5 Conclusões.....	44
4.6 Referências.....	44
CAPÍTULO 5 – EFICIÊNCIA DE ACARICIDAS/INSETICIDAS SOBRE <i>Aceria litchii</i> E O EFEITO DESTES SOBRE OS INIMIGOS NATURAIS EM CAMPO ...	47
Resumo.....	47
5.1 Introdução.....	48
5.2 Materiais e Métodos.....	49
5.3 Resultados.....	51
5.4 Discussão.....	54
5.5 Conclusões.....	56
5.6 Referências.....	57

DINÂMICA POPULACIONAL E CONTROLE DO ÁCARO *Aceria litchii* KEIFER (PROSTIGMATA: ERIOPHYIDAE) EM PLANTAS DE LICHIA

RESUMO – A cultura da lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) pode ser severamente danificada pelo ácaro *Aceria litchii* (Keifer), a principal praga desta cultura no Brasil. Produtores brasileiros de lichia estão preocupados com o severo dano causado por esse ácaro, dadas as poucas opções disponíveis para o seu controle. O objetivo deste trabalho foi determinar aspectos que poderiam levar ao controle efetivo de *A. litchii* no Brasil, causando o menor impacto ambiental possível. O trabalho compreendeu atividades de campo e de laboratório. O primeiro estudo se referiu a uma avaliação da dinâmica populacional do ácaro. Este foi realizado durante um ano. *Aceria litchii* permaneceu em plantas de lichia ao longo do ano, atingindo os níveis mais elevados em novembro de 2011 e junho de 2012. O principal predador a este associado foi *Phytoseius intermedius*. Este predador e outros da mesma família não foram capazes de evitar os danos causados pela praga, o que não significa que os danos não pudessem ser ainda maiores na ausência destes predadores. O segundo estudo correspondeu à determinação de parâmetros biológicos do predador quando alimentado com *A. litchii*. *Phytoseius intermedius* foi capaz de completar seu desenvolvimento e se reproduzir com sucesso alimentando-se desta presa. O terceiro estudo correspondeu a uma avaliação de laboratório do efeito de 11 pesticidas sobre *A. litchii* e *P. intermedius*, usando uma torre de Potter. O quarto estudo foi uma continuação do terceiro, avaliando em condição de campo os pesticidas que produziram os melhores resultados no estudo anterior. Enxofre, fenpiroximato e hexitiazoxi mostraram-se os mais eficientes contra *A. litchii*, enquanto azadiractina, seguida por fenpiroximato e hexitiazoxi, foram os mais seletivos para o predador. Os resultados obtidos são considerados importantes para o estabelecimento de um programa de manejo de *A. litchii* no Estado de São Paulo.

Palavras-Chave: ácaro-da-errose, fitoseídeos, *Litchi chinensis*, MIP

“POPULATION DYNAMICS AND CONTROL OF MITE *Aceria litchii* KEIFER (PROSTIGMATA: ERIOPHYIDAE) IN LITCHI PLANTS”

“ABSTRACT” - Litchi crop (*Litchi chinensis* Sonn.) can be severely damaged by the mite *Aceria litchii* (Keifer), the major pest of this crop in Brazil. Brazilian litchi growers are currently worried with the high damage caused by this mite, given the limitations of options available for its control. The objective of this work was to determine aspects that could lead to the effective control *A. litchii* in Brazil, causing as little environmental impact as possible. The work comprised of field and laboratory observations. The first study referred to an evaluation of the mite population dynamics. It was conducted during one year. *Aceria litchii* remained on litchi plants throughout the year, reaching the highest levels in November 2011 and June 2012. The main predator associated with it was *Phytoseius intermedius*. This predator and other predators of the same family were not able to prevent damage by the pest, what does not mean that the damage could have been still higher in the absent of those predators. The second study corresponded to the determination of biological parameters of this predator when feeding on *A. litchii*. It was able to complete its development and reproduce successfully on that prey. The third study corresponded to a laboratory evaluation on the effect of 11 pesticides on *A. litchii* and *P. intermedius*, using a Potter tower. The fourth study was a continuation of the third, trying under field condition the pesticides that produced the best results in the previous study . Sulfur, fenpyroximate and hexythiazox were shown as most effective against *A. litchii*, whereas azadirachtin, followed by fenpyroximate and hexythiazox were the most selective for the predator. The results obtained are considered important for the establishment of a management program of *A. litchii* in São Paulo state.

“Keywords”: erineum mite, phytoseiid, *Litchi chinensis*, IPM

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Níveis de danos causados por *A. litchii* em lichieira na região de Limeira, Estado de São Paulo (A - nível 1: ausência de erinose; B - nível 5: presença severa de erinose)..... 13
- Figura 2. Flutuação populacional de *A. litchii* e fitoseídeos em lichieira (ácaros por folha), percentagem de ramos com eríneos e parâmetros climáticos, em Limeira, estado de São Paulo, entre agosto de 2011 e julho de 2012..... 15
- Figura 3. *Phytoseius intermedius* (%) registrados em relação aos fitoseídeos encontrados entre agosto de 2011 e julho de 2012 em folhas de lichieira em Limeira, Estado de São Paulo..... 16
- Figura 1. Porcentagem de sobrevivência (lx) e número de ovos fêmea/fêmea/dia (mx) de *P. intermedius* alimentado com *A. litchii*..... 27
- Figura 1. Densidade de *A. litchii*/cm² encontrada na prévia, 1, 7, 15 e 30 dias após a aplicação dos produtos em campo (A) e eficiência dos produtos sobre estes ácaros (B)..... 54
- Figura 2. Densidade de fitoseídeos na prévia, 1, 7, 15 e 30 dias após a aplicação dos produtos em campo (A) e percentual de redução dos produtos sobre estes ácaros(B)..... 56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Duração e erro padrão da média ($\pm$ EPM) dos estágios imaturos de <i>Phytoseius intermedius</i> (em dias), a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 h de fotofase, tendo como alimento todos os estágios de desenvolvimento de <i>Aceria litchii</i> (N = 45 fêmeas).....	26
Tabela 1. Acaricidas/inseticidas testados em laboratório quanto ao efeito sobre <i>Aceria litchii</i> , e algumas de suas características.....	36
Tabela 2. Número médio de <i>Aceria litchii</i> vivos e erro padrão (N $\pm$ EP), e mortalidade corrigida (%), 2, 12, 24 e 48 horas após a exposição aos resíduos tóxicos (HAE).....	39
Tabela 3. Número médio de <i>Phytoseius intermedius</i> vivos e erro padrão (N $\pm$ EP), e mortalidade corrigida (%), 24, 48, 72, 96 e 120 horas após exposição aos resíduos tóxicos (HAE).....	40
Tabela 4. Efeito dos produtos aplicados em campo às fêmeas de <i>Phytoseius intermedius</i> , ao final de 120 horas, em condições de laboratório. Piracicaba (SP), 2012.....	41

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

A lichieira, *Litchi chinensis* Sonn. (Sapindaceae), é uma frutífera de clima tropical e subtropical oriunda da China Meridional (GOMES, 1975; MARTINS et al., 2001). A lichia é uma fruta de grande valor econômico, sendo que 80% da produção mundial desta se dá na China. África do Sul, Índia, Israel, Madagascar, Tailândia, Taiwan e Vietnã são outros importantes produtores de lichia (MENZEL e WAITE, 2005; ABRALI, 2011).

Apesar de ter sido introduzida no Brasil por volta de 1810, no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, a lichia só começou a ser comercializada a partir de 1970, em alguns pomares no oeste do Estado de São Paulo (CARVALHO e SALOMÃO, 2000).

A produção de lichia tem despertado interesse por ser uma planta rústica e pelo retorno econômico que proporciona ao produtor (MARTINS, 1992; SOUZA et al., 2012). A produção brasileira anual é estimada em 5.000 toneladas, colhida em aproximadamente 3.500 hectares, valores que colocam o país como o nono maior produtor mundial (ABRALI, 2011). A produção brasileira se concentra principalmente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná, com destaque para os municípios de Bastos, Limeira e Taquaritinga em São Paulo (SUGUINO, 2006; CEAGESP, 2011).

A planta de lichia é vigorosa e alcança em média 10-12 metros de altura. É perene e apresenta um grande número de brotações anuais, o que lhe confere um aspecto atrativo (SAUCO e MENINI, 1987). No Brasil, toda a produção é baseada na variedade 'Bengal' (SUGUINO, 2006). Os frutos produzidos são colhidos e comercializados entre novembro e janeiro (MARTINS et al., 2001; YAMANISHI et al., 2001).

Os principais problemas fitossanitários são algumas doenças causadas por fungos como *Gloesporium* spp., *Phomosis* spp. e *Cladosporium* spp. e ataques provocados por algumas espécies de Lepidoptera que se alimentam de folhas e frutos, besouros de tronco, cochonilhas, percevejos, moscas-das-frutas e principalmente pelo ácaro-da-erínose-da-lichia, *Aceria litchii* (Keifer) (Eriophyidae) (MARTINS et al., 2001; MENZEL, 2002; WAITE e HWANG, 2002). Esse ácaro é uma das principais

pragas da cultura de lichia na Austrália, China, Havaí, Índia, Paquistão e Taiwan (JEPPSON et al., 1975; BUTANI, 1977; SABELIS e BRUIN, 1996; SIDDIQUI 2002; HUANG, 2008).

No Brasil, os agricultores consideravam a cultura da lichia como resistente ou tolerante a pragas e doenças, pois em pomares bem conduzidos, usualmente poucos eram os problemas desta natureza (MARTINS et al., 2001). Entretanto, o ácaro-da-erinese foi recentemente relatado sobre esta cultura no Estado de São Paulo. Sintomas severos semelhantes aos provocados por este ácaro haviam sido relatados desde 2003 (MINEIRO e RAGA, 2003). Em 2007 este ácaro foi listado como uma praga quarentenária A1 para o Brasil, de acordo com a Instrução Normativa 52 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007). Em 2008, sua presença foi confirmada pela primeira vez no Brasil, nos municípios de Casa Branca e Tambaú, no Estado de São Paulo (RAGA et al., 2010).

Em 2010, perdas de até 80% na produção devido a esse ácaro foram relatadas em pomares de São Paulo e Minas Gerais (dados colhidos no site Rural Br Agricultura, acesso em 14-05-2012). Há seis anos a produção brasileira alcançou 7.000 toneladas, porém este número caiu para cerca de apenas 3.000 toneladas em 2010, principalmente devido à incidência desse ácaro (dados colhidos no site Rural Br Agricultura, acesso em 14-05-2012).

O ataque do ácaro-da-erinese ocorre preferencialmente em folhas jovens, causando a formação de eríneos (desenvolvimento anormal de tricomas) na superfície abaxial das folhas, que usualmente cobrem parte da superfície de cada folha, causando seu encrespamento (NISHIDA e HOLDAWAY, 1955; BUTANI, 1977; FAO, 2002; PICOLI et al., 2010). Além disso, existem relatos da presença simbiótica da alga *Cephaleuros virescens* Kunze junto da erinese, também transmitida por *A. litchii* (SOMCHOUDHURY et al., 1989). Em muitos, casos todo o limbo foliar pode ser deformado. Em altas infestações, o ácaro também pode atacar flores e frutos, causando sintomas semelhantes aos observados nas folhas, comprometendo seriamente a produção. Os eríneos jovens são branco-prateados mudando para marrom claro e castanho escuro com o passar do tempo (NISHIDA e

HOLDAWAY, 1955; BUTANI, 1977; FAO, 2002). Os eríneos beneficiam este ácaro, protegendo-o do ataque de predadores e mesmo da ação de fatores exógenos, como de produtos químicos utilizados para seu controle. Estas estruturas também dificultam a visualização dos ácaros em trabalhos de pesquisa.

A produção comercial da cultura exige o desenvolvimento de estratégias de manejo do ácaro, começando-se pela necessidade de se confirmar os dados sobre sua ocorrência ao longo do ano, a possível ação de seus inimigos naturais e os produtos fitossanitários que possam controlar o ácaro de forma eficiente.

Picoli et al., (2010) relataram que no Estado de São Paulo sintomas do ataque de *A. litchii* ocorrem durante o ano todo, ocorrendo os maiores níveis de danos de agosto a dezembro, período que coincide com o florescimento e a frutificação desta planta. Aquele trabalho foi, no entanto, conduzido durante um período de 13 meses, considerando-se importante a condução de observações que confirmem seus resultados.

Picoli et al. (2010) registraram as seguintes espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae em associação com esta praga: *Amblyseius compositus* Denmark e Muma, *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Euseius concordis* (Chant), *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma e, principalmente, *Phytoseius intermedius* Evans e MacFarlane. Ácaros desta família têm sido registrados em associação com ácaros-praga de muitas culturas, aparentemente atuando como importantes agentes de controle biológico (GERSON et al., 2003; MORAES, 2002).

Existem em vários países relatos da eficiência de alguns produtos químicos, como enxofre, carbaril, dicofol, dimetoato, fentoato, monocrotofós, cihexatina e azociclotina para o controle de *A. litchii* (PRASAD e SINGH, 1981; SHARMA e RAHMAN, 1982; SHARMA et al., 1986; SHARMA e THAKUR, 1992; CHILDERS et al., 1996). Porém, até o momento não há registro de agroquímicos para o controle desse ácaro no Brasil (BRASIL, 2012) e nem dados que comprovem a eficiência de qualquer produto em nossas condições.

Quase todas as informações disponíveis na literatura sobre *A. litchii* foram obtidas em outros países, principalmente de sua região de origem, com as variedades ali cultivadas e nas condições edafoclimáticas daqueles locais. Assim, o objetivo geral do presente trabalho foi obter informações, para nossas condições, a serem utilizadas na integração de medidas para o controle do ácaro-da-erinoze da lichia de maneira eficiente e que causem menor impacto ambiental possível. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos para este trabalho: estudar a flutuação populacional do *A. litchii* e de seus potenciais inimigos naturais na região de Limeira; verificar se *P. intermedius* utiliza *A. litchii* como fonte de alimento, baseando-se no ciclo biológico e nos parâmetros reprodutivos e, desta forma, avaliar se este predador pode ser considerado um agente potencial de controle dessa praga; avaliar em laboratório o efeito de produtos sobre o ácaro-da-erinoze e sobre *P. intermedius*, selecionando os produtos mais eficientes e mais seletivos; avaliar em campo o efeito dos produtos selecionados no item anterior quanto à redução da população da praga e quanto ao efeito em seus inimigos naturais.

Referências

AGRICULTURA RURAL - SITE. **Produção de lichia deve ser menor em São Paulo.** Disponível em: <http://www.canalrural.com.br/canalrural/jsp/default.jsp?uf=1&local=1&id=3078841&action=noticias>. Acesso em: 14 maio 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LICHIA E LONGANA - ABRALI. **Principais países produtores de lichia.** Disponível em: <<http://www.abrali.org.br/lichiaemnumeros.htm>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 52.** Dez. 2007. Disponível em: <www.extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/18316>. Acesso em: 6 mar. 2008.

_____. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.** Brasília. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.>. Acesso em: 16 out. 2012.

BUTANI, D. K. Pests of litchi in India and their control. **Fruits**, Paris, v. 32, n. 4, p. 269- 270, 1977.

CARVALHO, C. M.; SALOMÃO, C. C. H. **Cultura da lichieira**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. (Boletim de extensão, 43), 2000. 38p.

CEAGESP - COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. **A lichia na CEAGESP de 1999 a 2009**. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org/jnw/index.php>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

CHILDERS, C. C.; EASTERBROOK, M. A.; SOLOMON, M. G. Chemical control of Eriophyoid mites. In: LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M. W.; BRUIN, J. (Eds.). **Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 695-726.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Expert consultation on lychee production in the Asia-Pacific Region**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, 2002. 88 p.

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

GOMES, P. (Ed.). **Fruticultura Brasileira**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1975. 446 p.

HUANG, K. *Aceria* (Acarina: Eriophyoidea) in Taiwan: five new species and plant abnormalities caused by sixteen species. **Zootaxa**, New Zealand, v. 1829, p. 1-30, 2008.

JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. W. **Mites injurious to economic plants**. Berkeley: University of California, 1975. 641 p.

MARTINS, A. B. G. Cultura da lichia. In: DONADIO, L. C.; MARTINS, A. B. G.; VALENTE, J. P. (Eds.). **Fruticultura tropical**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 113-126.

MARTINS, A. B. G.; BASTOS, D. C.; SCALOPPI JUNIOR, E. J. **Lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 48 p. (Frutas potenciais).

MENZEL, C. **The Lychee Crop**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, 2002. 108 p.

MENZEL, C. M.; WAITE, G. K. **Litchi and longan: botany, cultivation and uses**. Queensland: CABI Publishing, 2005. 305 p.

MINEIRO, J. L. C.; RAGA, A. 2003. Ocorrência de ácaros (Arachnida: Acari) em plantas de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) (Sapindaceae) no Estado de São Paulo. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 16., 2003. São Paulo. **Anais...** São Paulo, Instituto Biológico, p. 1-4, 2003.

MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 225-237.

NISHIDA, T.; HOLDAWAY, F. G. **The erinose mite of lychee**. Honolulu: Hawaii Agricultural Experiment Station, 1955. 12 p. (Circular 48).

PICOLI, P. R. F.; VIEIRA, M. R.; SILVA, E. A.; MOTA, M. S. O. Ácaros predadores associados ao ácaro-da-erinose da lichia. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 45, n. 11, p. 1246-1252, 2010.

PRASAD, V. G.; SINGH, R. K. Prevalence and control of litchi mite, *Aceria litchii* Keifer in Bihar. **Indian Journal of Entomology**, New Delhi, v. 43, p. 67-75, 1981.

RAGA, A.; MINEIRO, J. L. C.; SATO, M. E.; MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Primeiro relato de *Aceria litchii* (Keifer) (Prostigmata: Eriophyidae) em plantas de lichia no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 32, p. 628-629, 2010.

SABELIS, M. W.; BRUIN, J. Evolutionary ecology: life history patterns, food plant choice and dispersal. In: LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M. W.; BRUIN, J. (Eds.). **World crop pests: eriophyoid mites, their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1996. v. 6, p. 329-365.

SAUCO, V. G.; MENINI, U. G. **Lychee cultivation**. New York: FAO Plant Production and Protection (Paper n. 83), 1987.

SHARMA, D. D.; RAHMAN, M. F. Control of litchi mite *Aceria litchi* (Keifer) with particular reference to evaluation of pre-bloom and post-bloom application of insecticides. **Entomon**, Trivandrum, v. 7, p. 55-56, 1982.

SHARMA, D. D.; SINGH, S. P.; AKHAURI, R. K. Relationship between the population of *Aceria litchi* Keifer on litchi and weather factors. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 56, n.1, p. 59-63, 1986.

SHARMA, D. D.; THAKUR, A. P. Bioefficacy of eight pesticides against litchi erineum mite (*Aceria litchii*) and its predators. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 62, n. 3, p. 240-242, 1992.

SIDDIQUI, S. B. M. A. B. Lychee production in Bangladesh. In: PAPADEMETRIOU, M. K.; DENT, F. J. **Lychee production in the Asia-Pacific Region**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, 2002. p. 28-40.

SOMCHOUDHURY, A. K.; SINGH, P.; MUKHERJEE, A. B. Interrelationship between *Aceria litchii* (Acari: Eriophyidae) and *Cephaleuros virescens*, a parasitic alga in the formation of erineum-like structure on litchi leaf. In: CHANNABASAVANNA, G. P.; VIRAKTAMATH (Eds.). **Progress in Acarology**. Bangarole: Acarology Society of India, 1989, p. 147-152.

SOUZA, J. C. de; REIS, P. R.; SILVA, R. A.; TOLEDO, M. A. de.; CARDOSO, G. F.; ABREU, F. A. **Ácaro *Aceria litchii*, principal praga da planta de lichia**. Lavras: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, 2012. 4 p. (Circular 160).

SUGUINO, E. **Influência dos substratos no desenvolvimento de mudas de plantas frutíferas**. 2006. 81 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

WAITE, G. K.; HWANG, J. S. Pests of litchi and longan. In: PEÑA, J. E., SHARP, J. L., WYSOKI, M. (Eds.). **Tropical fruit pests and Pollinators: biology economic importance, natural enemies and control**. Wallingford: CABI, 2002. p. 331-359.

YAMANISHI, O. K.; MACHADO, J. A.; KAWATI, R. Overview of litchi production in São Paulo state Brasil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 558, p. 59-62, 2001.

CAPÍTULO 2 – DINÂMICA POPULACIONAL DE *Aceria litchii* E SEUS PREDADORES EM LICHIEIRAS NA REGIÃO DE LIMEIRA, ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO – A lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.) é de origem asiática, região em que se concentram os maiores cultivos. No Brasil seu cultivo comercial é recente e se concentra no Estado de São Paulo. Esta cultura tem sofrido danos severos devido à infestação do ácaro-da-erínose, *Aceria litchii* (Keifer) (Eriophyidae). O objetivo deste trabalho foi avaliar a flutuação populacional dos ácaros presentes em lichieiras e a evolução dos danos causados por *A. litchii* ao longo de um ano na região de Limeira, Estado de São Paulo. As avaliações foram realizadas mensalmente, de agosto de 2011 a julho de 2012. As folhas amostradas foram examinadas sob estereomicroscópio para retirada dos predadores e posteriormente a extração dos ácaros fitófagos realizada através da adaptação do método de Jenkins, comumente utilizado em estudos nematológicos. A evolução dos sintomas de ataque do ácaro-da-lichieira foi avaliada quantitativamente (porcentagem de ramos com eríneos) e qualitativamente (escala de notas) ao longo de um ano. Picos populacionais de *A. litchii* ocorreram em novembro de 2011 e junho de 2012, atingindo níveis muito baixos entre janeiro e março. A avaliação quantitativa e qualitativa dos níveis de injúria demonstraram um padrão semelhante à densidade de *A. litchii* ao longo do período de avaliação. Os predadores da família Phytoseiidae também apresentaram padrão de variação semelhante ao da praga. O fitoseídeo predominante foi *Phytoseius intermedius*. A partir da correlação realizada entre a flutuação populacional da praga e dos predadores notou-se que essa foi altamente significativa durante a maior parte do ano, sugerindo que estes possam exercer algum nível de pressão sobre a população da praga, exceto nos meses mais frios e secos.

Palavras-Chave: ácaro-da-erínose, controle biológico, lichia, Phytoseiidae.

2. 1 Introdução

A lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) é uma fruta de grande valor econômico. A produção comercial desta tem se expandido nas últimas décadas, principalmente no Estado de São Paulo, onde toda a produção é baseada na variedade 'Bengal' (SUGUINO, 2006). Os frutos produzidos nesta região estão aptos à comercialização nos meses de novembro, dezembro e janeiro (MARTINS et al., 2001; YAMANISHI et al., 2001).

Nos últimos anos, esta cultura tem sofrido severos danos devido à infestação do ácaro-da-erinoze, *Aceria litchii* (Keifer) (Eriophyidae). Este vive principalmente na página inferior das folhas, embora inflorescências e frutos também possam ser atacados quando em elevados níveis populacionais. Induzem a formação de eríneos (JEPPSON et al., 1975; MARTINS et al., 2001), provocando perdas quantitativas e qualitativas na produção.

Quase todas as informações disponíveis na literatura sobre *A. litchii* foram obtidas na região de origem dessa planta, com as variedades ali cultivadas e nas condições edafoclimáticas daqueles locais. Dessa forma, é importante que a dinâmica populacional da espécie, assim como de seus inimigos naturais, seja estudada nas condições específicas do cultivo da lichia no Estado de São Paulo, para que seu comportamento seja adequadamente conhecido, para servir como base para o desenvolvimento de medidas de manejo adequadas. Segundo o estudo conduzido por Picoli (2010) na região de Casa Branca, Estado de São Paulo, sintomas de *A. litchii* ocorrem durante o ano todo, porém, os maiores níveis de danos às folhas são observados de agosto a dezembro, período que coincide com o florescimento e a frutificação.

Ácaros da família Phytoseiidae têm sido registrados em associação com ácaros fitófagos em muitas culturas, frequentemente atuando como importantes agentes de controle biológico (MORAES, 2002; GERSON et al., 2003). Diversas espécies de fitoseídeos são relatadas na literatura em associação com eriofiídeos, inclusive com *A. litchii*. No Brasil, Picoli et al. (2010) registraram as espécies *Amblyseius compositus* Denmark & Muma, *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Euseius concordis* (Chant), *Iphiseiodes*

zuluagai Denmark & Muma e *Phytoseius intermedius* Evans & MacFarlane associados a esta praga.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a flutuação populacional dos ácaros presentes em lichieiras e a evolução dos danos causados por *A. litchii* ao longo de um ano na região de Limeira, Estado de São Paulo.

2.2 Material e Métodos

Para avaliar a densidade populacional dos ácaros, folhas de lichieiras foram coletadas de plantas não tratadas com qualquer tipo de produtos químicos durante a condução do estudo e no ano anterior. Estas plantas tinham cerca de 35 anos de idade e cerca de 7 metros de altura. As avaliações foram realizadas mensalmente, de agosto de 2011 a julho de 2012.

Em cada avaliação, foram numerados ao acaso 20 ramos com brotações de cada uma de 15 plantas também determinadas ao acaso dentro do pomar, que continha aproximadamente 50 plantas no total. Foram sorteados três destes ramos para a tomada das folhas para a determinação da população dos ácaros. De cada ramo sorteado foram tomadas três folhas em seu terço mediano, que constituíram uma amostra.

Cada amostra foi colocada em um saco plástico, sendo todas as amostras acondicionadas em uma caixa de poliestireno, em que a temperatura foi mantida entre 15 e 20 °C para diminuir a atividade dos ácaros, para o transporte ao laboratório.

Dentro de 24 horas da coleta, as folhas de cada amostra foram examinadas sob estereomicroscópio para a retirada dos predadores encontrados normalmente sobre os eríneos, com um pincel de cerdas finas. Esses foram transferidos para um recipiente com etanol a 70% para posterior montagem em meio de Hoyer, identificação e contagem. Em seguida, as folhas foram postas novamente nos sacos plásticos em que estavam antes e armazenadas em geladeira (aproximadamente 10° C) até o processamento das mesmas para a retirada dos ácaros fitófagos, o que se deu até 12 h mais tarde.

Para a retirada dos eriofiídeos, foi estabelecida uma metodologia através de um estudo preliminar conduzido no Laboratório de Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em colaboração com o Prof. Mário M. Inomoto e técnicos do Laboratório de Nematologia daquela instituição. Trata-se de uma adaptação do método utilizado na extração de nematóides de raízes de plantas, utilizado na estimativa populacional destes. Isto foi considerado necessário pelo fato de que é praticamente impossível se visualizar a população do ácaro da lichia sobre as folhas, por estarem estes sempre protegidos pelos eríneos. Além disso, Azevedo et al. (2012) mostraram que embora este método seja menos representativo da população real, permite a rápida estimativa desta, facilitando principalmente estudos de flutuação populacional.

As folhas de cada amostra foram trituradas em um liquidificador por um minuto, em 250 mL de água. Em seguida, o material triturado foi passado por um jogo de peneiras de 2, 0,2 e 0,04 mm de abertura, respectivamente, de cima para baixo. As partículas maiores de folhas foram retidas nas duas peneiras superiores, enquanto que as partículas mais finas e os ácaros foram retidos na última.

O material retido da última peneira foi transferido para uma proveta de 25 mL, utilizando-se um jato de uma solução de sacarose (densidade 1,15 g/L, correspondendo a 400 g de açúcar diluído em 750 mL de água). O volume total da proveta foi completado a 25 mL, sendo o material mantido em repouso por 15 horas com o objetivo de separar as partículas de folhas (que precipitavam) dos ácaros (que subiam à superfície). O sobrenadante foi vertido novamente por uma peneira de 0,04 mm de abertura, para a retenção dos ácaros e lavagem dos mesmos com água destilada, para retirar o excesso de sacarose. Os ácaros foram transferidos para um recipiente com etanol a 70%, completando-se o volume a 15 mL para posterior contagem em câmara de Peter, comumente usada em trabalhos nematológicos. No momento da contagem, o frasco foi agitado, tomando-se separadamente três alíquotas de 1 mL cada. Ao final das contagens, o total de *A. litchii* por amostra foi estimado por extrapolação.

A evolução dos sintomas de ataque do ácaro da lichieira ao longo do ano foi avaliada de duas formas: quantitativamente e qualitativamente. A avaliação quantitativa foi realizada pela determinação visual, no campo, da porcentagem de ramos atacados. Esta avaliação foi feita em cada data de coleta das folhas para a determinação das densidades populacionais dos ácaros. Para tanto, foi considerada a presença ou a ausência de eríneos nos 20 cm distais de 10 ramos, tomados ao acaso, mas de toda a periferia de cada uma de 30 plantas. Para esta avaliação foram considerados ramos entre 1,5 e 2,5 m da superfície do solo. Já a avaliação qualitativa foi feita através de uma escala de notas (1, menos atacada, a 5, mais atacada), comparando-se fotos tomadas de 30 plantas (Figura 1). Para permitir a comparação, as fotos foram sempre tomadas de uma mesma face de cada planta, a 1,5 m de distância, usando sempre a mesma câmera fotográfica, sem nenhuma aproximação.



Figura 1. Níveis de danos causados por *A. litchii* em lichieira na região de Limeira, Estado de São Paulo (A - nível 1: ausência de erinose; B - nível 5: presença severa de erinose).

As densidades de ácaros e os níveis de injúria foram comparados estatisticamente. Para tal, os dados foram inicialmente submetidos aos testes de normalidade (“shapiro wilk”) e homogeneidade (“Bartlett”); dada a

heterogeneidade das variâncias e a distribuição não normal, os dados foram submetidos ao teste não paramétrico de “Kruskal-Wallis” e posteriormente ao teste de comparação múltipla.

Para estimar os principais fatores relacionados à flutuação de *A. litchii* durante todo o período de avaliação, correlações simples entre as densidades de *A. litchii*, os predadores, temperatura, precipitação e umidade relativa do ar foram inicialmente realizados (R “software” versão 2.15, 2012). Posteriormente, uma análise de regressão multifatorial “*stepwise*” foi feita tomando os fatores predadores, temperatura e umidade relativa em conta (R “software” versão 2.15, 2012).

2.3 Resultados

Foram observadas diferenças significativas (Chi^2 de Kruskal-Wallis = 152,17, $p < 2,20 \times 10^{-16}$) entre as densidades médias de *A. litchii* ao longo da avaliação (Figura 2). Essas densidades médias foram obtidas através de uma adaptação do método de Jenkins (1964), utilizado na estimativa da densidade populacional de nematoides edáficos. Segundo Azevedo et al. (2012), embora este método seja menos representativo da população real, permite a rápida estimativa desta, facilitando principalmente estudos de flutuação populacional.

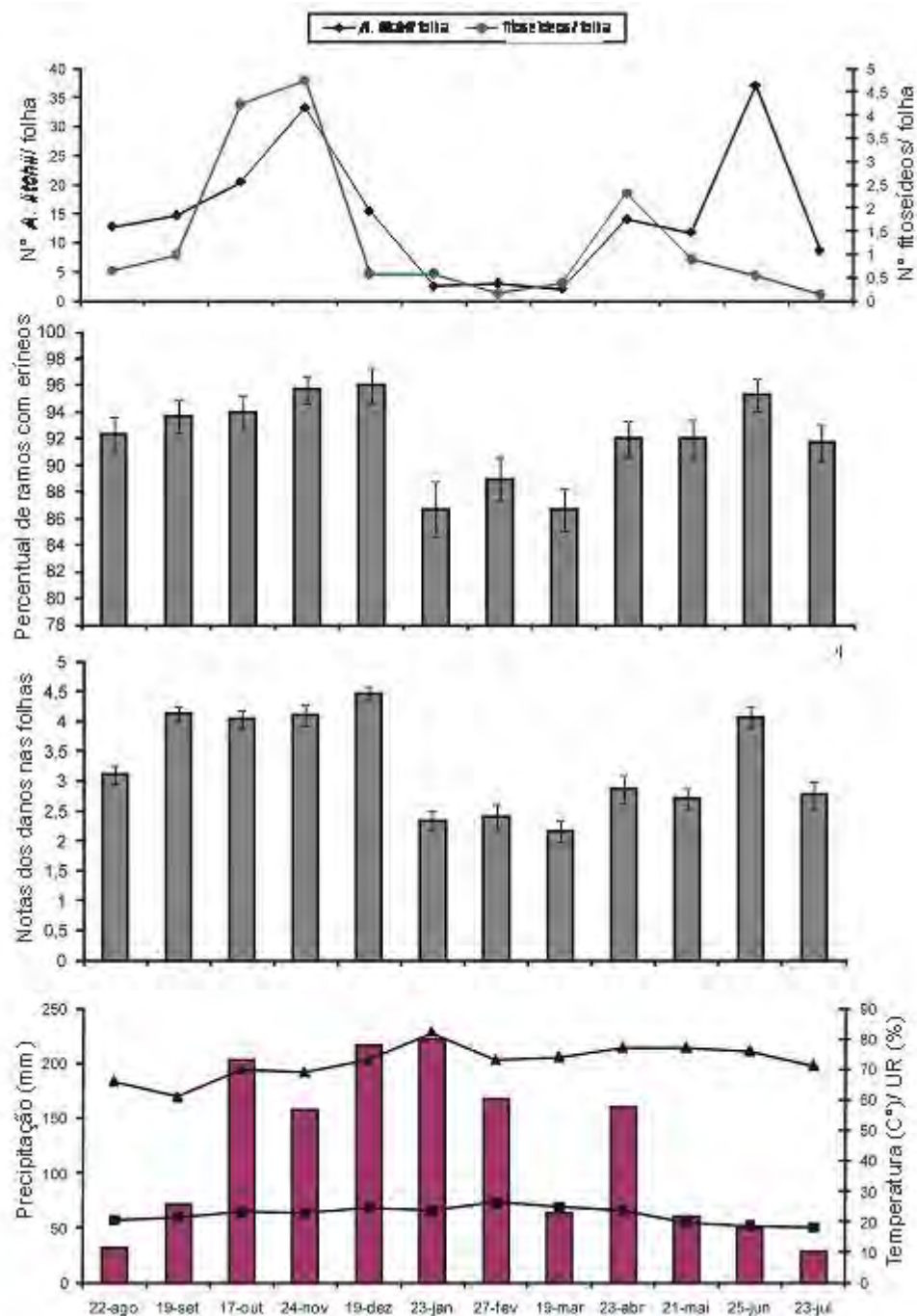


Figura 2. Flutuação populacional de *A. litchii* e fitoseídeos em lichieira (ácaros por folha), percentagem de ramos com eríneos e parâmetros climáticos, em Limeira, Estado de São Paulo, entre agosto de 2011 e julho de 2012.

A partir do início das observações, a densidade de *A. litchii* aumentou continuamente até novembro de 2011. A partir de então, a densidade reduziu drasticamente, atingindo nível muito baixo em janeiro de 2012, permanecendo baixo até março. A partir de então, um novo aumento da

densidade ocorreu, até que um novo pico populacional fosse atingido em junho de 2012, novamente seguido de uma rápida queda em julho.

A avaliação quantitativa dos níveis de injúria (porcentagem de ramos com eríneos), assim como a avaliação qualitativa (escala de notas) demonstraram um padrão de variação semelhante à densidade de *A. litchii* ao longo do período de avaliação, exceto em dezembro, em que caiu a densidade da praga, mas a porcentagem de ramos com eríneos e a estimativa qualitativa dos danos (notas) se mantiveram as mesmas de novembro (Figura 2). Também para as avaliações quantitativa e qualitativa, diferenças significativas foram observadas em relação aos níveis determinados ao longo do período de avaliação (Chi^2 de Kruskal-Wallis = 46,29, $p < 2,87 \times 10^{-6}$; Chi^2 de Kruskal-Wallis = 154,60, $p < 2,2 \times 10^{-16}$, respectivamente).

Os fitoseídeos apresentaram padrão de variação populacional semelhante ao que se observou para a praga, exceto em junho de 2012, quando o nível populacional diminuiu ao invés de aumentar.

Ao longo de todo o período de avaliação, *Phytoseius intermedius* Evans & Macfarlane correspondeu a 86% dos fitoseídeos encontrados (Figura 2). Os demais fitoseídeos foram *Amblyseius compositus* Denmark e Muma (10%); *Phytoseius woodburyi* De Leon, (2,7%); *Iphiseioides zuluagai* (Denmark e Muma), (0,9%) e *Euseius alatus* De Leon, (0,4%). A proporção de ocorrência de *P. intermedius* foi maior nos períodos de maior densidade dos predadores.

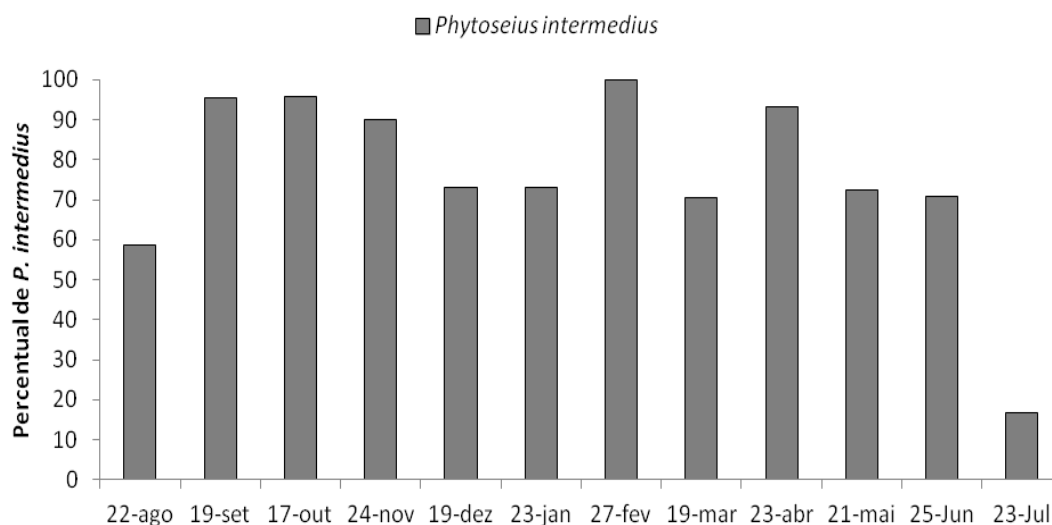


Figura 3. *Phytoseius intermedius* (%) registrados em relação aos fitoseídeos encontrados entre agosto de 2011 e julho de 2012 em folhas de lichieira em Limeira, Estado de São Paulo.

Não foi significativa a correlação entre as densidades de *A. litchii* e os níveis de temperatura ($R=0.14$, $p=0.657$), entre as densidades de *A. litchii* e de fitoseídeos ($R=0.54$, $p=0.066$) e entre os níveis de precipitação e de umidade relativa ($R=0.43$, $p=0.234$). Dada a baixa correlação entre a chuva e a umidade relativa, este último parâmetro foi também incluído na análise multifatorial.

Entre os meses de junho e julho ocorreu grande redução nas densidades de fitoseídeos. Quando esses meses foram retirados da análise, a correlação entre praga e predadores foi positiva e significativa ($R=0.85$, $p=0.002$).

Na regressão multifatorial, o modelo que melhor explicou a número de ácaros de *A. litchii* por folha tinha como fatores a densidade de fitoseídeos e a temperatura, porém o coeficiente de determinação foi baixo ($R^2=0,41$). Quando a análise multifatorial foi realizada sem levar em consideração as amostragens dos meses de junho e julho, o melhor modelo explicando o número de ácaros de *A. litchii* por folha incluía a densidade de fitoseídeos e a umidade, sendo relativamente alto o coeficiente de determinação ($R^2=0,82$).

2.4 Discussão

O padrão de flutuação de *A. litchii* foi semelhante ao determinado por Picoli (2010). Também naquele estudo, a praga ocorreu em níveis elevados no início do período chuvoso (outubro de 2009) e em meados do período seco (maio e junho de 2010), enquanto os predadores também ocorreram em níveis mais elevados aproximadamente na mesma época de maior nível de ocorrência da praga (outubro a dezembro). No entanto, naquele estudo, o predador predominante foi *A. compositus* (42,6%), seguido por *P. intermedius* (31,2%).

Phytoseius intermedius foi constatado pela primeira vez no Brasil em 2007, em plantas de folhas com tricomas, como: *Helicteres brevispira* St. Hil. (Malvaceae) e *Miconia* sp. (Melastomataceae) na região de São José do Rio Preto, estado de São Paulo (DEMITE et al., 2008). Este ácaro foi constatado pela segunda vez no Brasil em associação com *A. litchii*, em licheiras da região de Casa Branca, também no estado de São Paulo (PICOLI et al., 2010). As outras espécies de fitoseídeos encontrados neste estudo têm sido constatadas em diversas espécies vegetais em diferentes regiões do Brasil (DEMITE et al., 2012).

É intrigante a ocorrência dos picos populacionais de *A. litchii* em duas épocas de condições climáticas tão diferentes, no início da estação chuvosa e no meio da estação seca. Uma primeira impressão seria de que os ácaros aqui identificados como *A. litchii* na verdade corresponderem a duas espécies distintas, cada uma predominando em uma época do ano. PICOLI (2010) na verdade mencionou a ocorrência de formas identificadas como *A. litchii* de cores diferentes (brancas e vermelhas), sendo essas capazes de causar eríneos (referidos como galhas pelo autor) em folhas jovens e maduras, respectivamente.

Também os danos causados às folhas foram variáveis no presente estudo; em um extremo, folhas com eríneos eram relativamente planas, enquanto em outro extremo, a região com eríneo era nitidamente deprimida. Porém, condições intermediárias eram muito comuns, o que impossibilitou um maior detalhamento na coleta dos dados. No entanto, em um exame

minucioso dos ácaros coletados nas coletas correspondentes aos picos populacionais, não foi possível determinar que mais de uma espécie estivesse envolvida.

Outra possível explicação para a ocorrência de picos populacionais em épocas tão distintas refere-se à possível ação dos inimigos naturais. O pico populacional observado em outubro poderia ter sido ainda mais elevado, não fosse a ação dos predadores, em altos níveis populacionais. Por outro lado, a partir de abril, os níveis populacionais dos predadores reduziram continuamente, permitindo que a população de *A. litchii* atingisse níveis elevados, mesmo na época em que as condições ambientais poderiam não ser tão favoráveis a seu desenvolvimento (temperatura, umidade e precipitação consideravelmente mais baixas que na época do outro pico populacional).

A terceira possível explicação para este fato aparentemente estranho poderia estar relacionada à capacidade de *A. litchii* em se desenvolver sob uma ampla gama de condições ambientais, contanto que existam folhas fisiologicamente favoráveis a seu desenvolvimento. Como os meses que se seguem à frutificação (início do ano) correspondem ao período de repouso vegetativo da licheira (MARTINS et al., 2001), em que a produção de folhas novas é reduzido, esta seria a única época do ano em que *A. litchii* ocorreria em baixas densidades populacionais.

Embora não existam na literatura informações sobre o nível de dano econômico de *A. litchii* em licheiras, constatou-se durante a condução deste trabalho que os níveis populacionais atingidos conduziam a injúrias muito significativas, e que danos econômicos pudessem realmente estar sendo causados. Os resultados sugerem que o controle deste ácaro deve ser feito praticamente durante todo o ano, exceto entre janeiro e março, quando a licheira não favorece seu desenvolvimento.

O aumento marcante do valor do coeficiente de determinação ao se excluir os meses de junho e julho da análise multifatorial sugere que os predadores predominantes neste estudo não estão adaptados adequadamente às condições locais durante o período mais frio e seco do ano. Por esta razão, embora a população da suposta presa (*A. litchii*)

estivesse aumentando neste período, a população do predador foi reduzida a níveis muito baixos.

Os resultados sugerem também que estudos complementares devam ser conduzidos para avaliar a possibilidade de se encontrar e introduzir agentes de controle mais eficientes desta praga. A correlação altamente significativa entre a flutuação populacional da praga e dos predadores sugere que estes possam estar exercendo algum nível de pressão sobre a população da praga. No entanto, mesmo com a ação destes, os danos causados pela praga foram altos. Ainda que a constituição dos eríneos dificulte demasiadamente a ação dos predadores sobre a praga, espera-se que estes possam afetar a praga durante o processo de dispersão, seja quando saem dos eríneos, seja quando chegam às novas folhas, antes que os eríneos sejam formados.

2.5 Conclusões

Aceria litchii pode manter-se nas plantas de lichia durante todo o ano, com grande desenvolvimento populacional na época do florescimento e frutificação.

As épocas mais frias e secas (maio a agosto) prejudicam o estabelecimento de *P. intermedius* no campo.

2.6 Referências

AZEVEDO, L. H.; MORAES, G. J. de.; INOMOTO, M. M.; MAEDA, E. Y. Extração e contagem do ácaro da erinose da lichia para determinação de seu nível populacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 24., 2012, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Expo Unimed, 2012.

DEMITE, P. R.; LOFEGO, A. C.; FERES, R. J. F. Three new species of *Phytoseius* Ribaga (Acari: Phytoseiidae), and a new Record from Brazil. **Zootaxa**, Auckland, v. 1909, p. 16–26, 2008.

_____. Acarofauna de fragmentos florestais remanescentes na região noroeste do estado de São Paulo. In: NECCHI JÚNIOR, O. (Ed.). **Fauna e flora de fragmentos florestais remanescentes da região noroeste do Estado de São Paulo**. Ribeirão Preto: Holos, 2012. p. 167-179.

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

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 48, p. 692, 1964.

JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. W. **Mites injurious to economic plants**. Berkeley: University of California, 1975. 641 p.

MARTINS, A. B. G.; BASTOS, D. C.; SCALOPPI JUNIOR, E. J. **Lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 48 p. (Frutas potenciais).

MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 225-237.

PICOLI, P. R. F. ***Aceria litchii* (Keifer) em lichia: ocorrência sazonal, danos provocados e identificação de possíveis agentes de controle biológico**. 2010. 75 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de produção) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2010.

PICOLI, P. R. F.; VIEIRA, M. R.; SILVA, E. A.; MOTA, M. S. O. Ácaros predadores associados ao ácaro-da-erínose da lichia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 11, p. 1246-1252, 2010.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 05 out. 2012.

SUGUINO, E. **Influência dos substratos no desenvolvimento de mudas de plantas frutíferas**. 2006. 81 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

YAMANISHI, O. K.; MACHADO, J. A.; KAWATI, R. Overview of litchi production in São Paulo state Brasil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 558, p. 59-62, 2001.

CAPÍTULO 3 – BIOLOGIA DE *Phytoseius intermedius* Evans & MacFarlane (ACARI: PHYTOSEIIDAE)

RESUMO – O ácaro-da-erinose, *Aceria litchii* (Keifer) (Eriophyidae), é uma das principais pragas da licheira, *Litchi chinensis* Sonn. (Sapindaceae) em diversos países. No Brasil foi listado em 2007 como praga quarentenária A1, porém em julho e agosto do mesmo ano sua presença foi confirmada no país. *Phytoseius intermedius* (Phytoseiidae) tem sido comumente relatado em licheira no Brasil, porém a interação deste predador com *A. litchii* ainda não foi detalhadamente estudada. O objetivo deste trabalho foi verificar se *P. intermedius* utiliza *A. litchii* como fonte de alimento, baseando-se no ciclo biológico e nos parâmetros reprodutivos. O estudo foi conduzido em laboratório 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 h de fotofase utilizando-se ovos obtidos de uma colônia de manutenção previamente estabelecida. Cada unidade experimental constou de uma placa plástica (2,5 cm de diâmetro) cujo fundo havia sido recoberto com uma camada solidificada de uma mistura de carvão ativado + gesso (proporção de 1:9), previamente umedecida com água destilada. A duração de cada estágio imaturo foi determinada examinando-se cada unidade a cada 8 horas. O tempo de incubação foi em média pouco superior a dois dias. A duração do estágio de larva foi inferior a 1 dia, e a duração das fases de protoninfa e deutoninfa entre 1 e 2 dias. O ciclo de ovo a adulto durou em média 6,0 dias e a sobrevivência para este estágio foi de 69%. A estimativa da capacidade inata de crescimento da população (r_m) foi 0,229 fêmeas/fêmea/dia; a duração média de uma geração (T) 12,1 dias e a taxa líquida de reprodução (R_o) 15,7. Os resultados sugerem que *P. intermedius* completa seu desenvolvimento com alta viabilidade quando alimentado com *A. litchii*. Estudos complementares são necessários para averiguar o potencial deste predador em afetar os níveis populacionais da praga.

Palavras-chave: ácaro-da-erinose, controle biológico, fitoseídeo, licheira.

3.1 Introdução

O ácaro-da-erinoze, *Aceria litchii* (Keifer) (Eriophyidae), é uma das principais pragas da cultura de lichia na Austrália, China, Havaí, Índia, Paquistão e Taiwan (JEPPSON et al., 1975; SABELIS e BRUIN, 1996; HUANG, 2008). Este ácaro foi listado em 2007 como uma praga quarentenária A1 para o Brasil, de acordo com a Instrução Normativa 52 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007). Porém, em julho e agosto do mesmo ano, Raga et al. (2010) o relataram pela primeira vez no Brasil, nos municípios de Casa Branca e Tambaú, no Estado de São Paulo. Os produtores brasileiros estão preocupados com a atual situação dos pomares de lichia, uma vez que, o manejo deste ácaro aumenta os custos de produção.

Ácaros predadores Phytoseiidae têm recebido grande atenção por seu potencial como agentes reguladores de populações de ácaros fitófagos (HELLE e SABELIS, 1985; McMURTRY e CROFT, 1997; MORAES, 2002; GERSON et al., 2003) e pequenos insetos, como mosca branca e tripses (VAN HOUTEN et al., 1995; ALI, 1998; GERSON et al., 2003). Em diversos países da Europa e América do Norte, o controle de ácaros fitófagos em estufas tem sido comumente realizado através da liberação de fitoseídeos (OSBORNE et al., 1985; ZHANG e SANDERSON, 1995). No Brasil, algumas espécies desses ácaros predadores são produzidas e comercializadas por uma empresa brasileira com sede em Engenheiro Coelho – SP e em breve, uma empresa instalada recentemente em Piracicaba, deve iniciar a produção de ácaros predadores. Em suma, as atividades relacionadas ao uso e à pesquisa sobre o controle biológico de ácaros têm sido intensas.

Algumas espécies de Phytoseiidae, dentre as quais, *Phytoseius intermedius* Evans e MacFarlane, têm sido relatadas em lichieira no Brasil (PICOLI, 2010). No entanto, não existe nenhum estudo detalhado sobre a interação deste predador com *A. litchii*. O objetivo deste trabalho foi verificar se *P. intermedius* utiliza *A. litchii* como fonte de alimento, baseando-se no

ciclo biológico e nos parâmetros reprodutivos e, desta forma, inferindo seu potencial como possível agente de controle dessa praga.

3.2 Material e Métodos

O trabalho aqui relatado foi conduzido entre agosto e outubro de 2012, no Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP).

3.2.1 Colônia de manutenção de *P. intermedius*

Os predadores utilizados no estudo foram obtidos de uma colônia iniciada com ácaros coletados em lichieiras cultivadas nas dependências do Setor de Acarologia da ESALQ-USP. A colônia estabelecida com esses indivíduos foi mantida a aproximadamente $27,5 \pm 1,0$ °C, $75 \pm 10\%$ U.R. e 12h de fotofase. A unidade de criação foi constituída por uma placa de resina de 17 x 11 x 0,3 cm (Paviflex®) colocada sobre uma camada de espuma embebida com água destilada no interior de uma bandeja. Exemplares de *A. litchii* presentes em folhas de lichieira coletadas das mesmas plantas no dia anterior ao uso foram oferecidos diariamente como alimento aos predadores, colocando-se secções de cada folha atacada sobre a placa de resina. As secções de folha serviam também como local de refúgio e de oviposição para os predadores.

3.2.2 Procedimento experimental

Ovos do predador (N= 45), com 0 a 8 horas de idade, foram obtidos pelo isolamento de fêmeas grávidas tomadas das colônias de manutenção. Cada ovo foi então transferido, para um pedaço de aproximadamente 1 cm² de eríneo colhido no dia anterior e devidamente inspecionado para evitar contaminação por outros predadores. O conjunto foi colocado em uma placa plástica (2,5 cm de diâmetro) cujo fundo havia sido recoberto com uma

camada solidificada de uma mistura de carvão ativado + gesso (proporção de 1:9), previamente umedecida com água destilada. A duração de cada estágio imaturo foi determinada examinando-se cada unidade a cada 8 horas.

Observações prévias neste estudo mostraram a inexistência de machos na colônia de manutenção. Por esta razão, os adultos obtidos foram mantidos nas mesmas unidades em que foram obtidos, examinando-as a cada 24 horas para determinar a oviposição e a sobrevivência.

3.2.3 Tabela de vida

Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *P. intermedius* foram estimados através do método Jackknife (MEYER et al., 1986), utilizando-se o “software” “LifeTable. SAS” (MAIA et al., 2000; MAIA e LUIZ, 2006).

3.3 Resultados e Discussão

O tempo de incubação foi em média dois dias (Tabela 1). Após a fase de ovo, *P. intermedius* passou pelas fases de larva, protoninfa e deutoninfa, como ocorre com as demais espécies de ácaros da família Phytoseiidae, antes de atingir a fase adulta. A fase larval foi muito curta (menor que um dia), mas as fases de protoninfa e deutoninfa tiveram duração média superior a um dia, o que resultou em um período médio de seis dias de ovo a adulto. Estes resultados estão próximos aos encontrados para *Phytoseius hawaiiensis* por Sanderson e McMurtry (1984) e McMurtry e Croft (1997) e para *Phytoseius plumifer* por Rasmy e Elbanhawy (1974). Além disso, Albuquerque e Moraes (2008) também observaram um período muito curto para a fase larval de *Iphiseiodes zuluagai* quando alimentado com ovos mortos de *Tyrophagus putrescentiae*.

A sobrevivência foi de 100% para a fase de ovo, reduzindo para 84 e 82% nas fases de larva e protoninfa, respectivamente, subindo novamente para 100% na fase de deutoninfa, correspondendo à sobrevivência de 69% para toda a fase imatura.

Tabela 1. Duração e erro padrão da média ($\pm$ EPM) dos estágios imaturos de *Phytoseius intermedius* (em dias), a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e 14 h de fotofase, tendo como alimento todos os estágios de desenvolvimento de *Aceria litchii* (N = 45 fêmeas).

Estágios	N	Duração $\pm$ EPM	Sobrevivência (%)
Ovo	45	2,1 $\pm$ 0,03	100
Larva	45	0,6 $\pm$ 0,04	84
Protoninfa	38	1,6 $\pm$ 0,06	82
Deutoninfa	31	1,4 $\pm$ 0,05	100
Ovo-adulto	31	6,0 $\pm$ 0,10	69

O período de pré-oviposição foi de 1,8 $\pm$ 0,08 (N= 29), o de oviposição, 21,3 $\pm$ 0,7 (N= 26) dias e o de pós-oviposição, 17,5 $\pm$ 1,5 (N= 17). Os períodos de pré-oviposição e oviposição foram comparáveis aos de outros fitoseídeos. Entretanto, a duração da fase de pós-oviposição foi muito mais longa que tem sido determinada para outros fitoseídeos (FURTADO e MORAES, 1998; SILVA et al., 2005). A fecundidade média foi de 25,4 $\pm$ 1,5 ovos (N= 26), com uma média de 1,2 $\pm$ 0,08 ovos/fêmea/dia. Os maiores níveis de oviposição (1,8 - 2,1 ovos/ fêmea/ dia) ocorreram entre o décimo segundo e décimo quarto dia do período de postura (Figura 1). Sanderson e McMurtry (1984) determinaram para *P. hawaiiensis* oviposição média diária de apenas 0,6 ovos/fêmea quando alimentado com *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead). No presente estudo, a porcentagem de sobrevivência reduziu lenta e uniformemente ao longo de quase toda a duração do estágio adulto, exceto nos poucos últimos dias, quando se observou uma queda muito rápida na sobrevivência.

Toda a geração F1 foi constituída de fêmeas, confirmando a ausência de machos desta população e sua reprodução por partenogênese telítica.

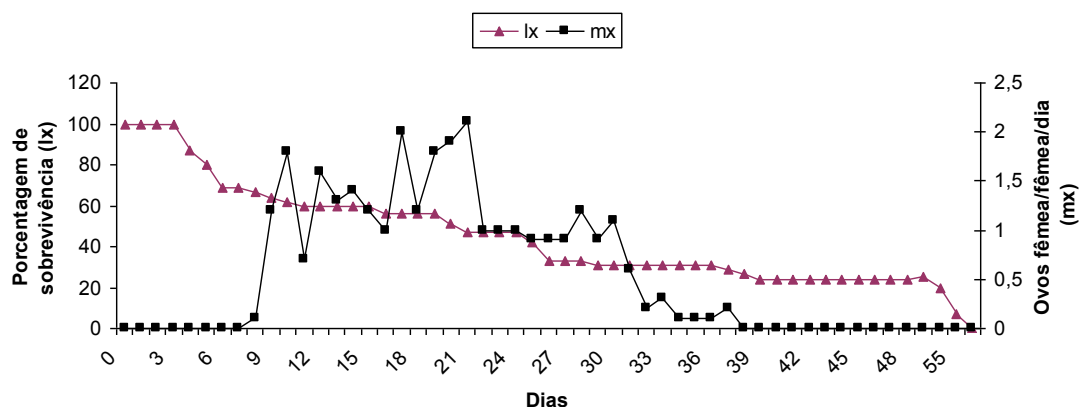


Figura 1. Porcentagem de sobrevivência (lx) e número de ovos fêmea/fêmea/dia (mx) de *P. intermedius* alimentado com *A. litchii*.

A taxa intrínseca de crescimento das fêmeas de *P. intermedius* alimentadas com *A. litchii* ($r_m = 0,229$) foi semelhante à encontrada por Furtado e Moraes (1998) para *Euseius citrifolius* quando alimentado com pólen. A taxa líquida de reprodução (R_0) foi de 15,7, o que representa o número de vezes que a população aumenta a cada geração. Lee e Ahn (2000) encontraram valor próximo a este para *Neoseiulus womersleyi* alimentado com *Tetranychus urticae* Koch. Em contrapartida, El Taj e Jung (2012) acharam a taxa líquida de reprodução (R_0) de 49,2 para *Neoseiulus californicus* quando alimentado com *Panonychus ulmi* Koch. A duração média de uma geração (T) foi de 12,1 dias. Silva et al. (2005) e Albuquerque e Moraes (2008) encontraram a duração média (T) de 18 e 19 dias para *Phytoseiulus macropilis* e *I. zuluagai*, respectivamente.

Estes parâmetros indicam o potencial biótico relativamente elevado de *P. intermedius* alimentado com *A. litchii*, justificando a condução de estudos complementares para avaliar outros parâmetros relacionados à capacidade do predador em afetar os níveis populacionais de *A. litchii*.

3.4 Conclusões

Phytoseius intermedius completa seu desenvolvimento, com alta viabilidade, quando alimentado com *A. litchii*.

Estudos complementares são necessários para investigar o potencial deste predador como agente de controle de *A. litchii*.

3.5 Referências

ALBUQUERQUE, F. A. de.; MORAES, G. J. de. Perspectivas para a criação massal de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 3, p. 328-333, 2008.

ALI, F. S. Life tables of *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Gamasida: Phytoseiidae) at different temperatures. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 22, p. 335-342, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 52**. Dez. 2007. Disponível em: <www.extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/18316>. Acesso em: 6 mar. 2008.

EL TAJ, H. F.; JUNG, C. Effect of temperature on the life-history traits of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Panonychus ulmi*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 56, n. 3, p. 247-260, 2012.

FURTADO, I. P.; MORAES, G. J. de. Biology of *Euseius citrifolius*, a candidate for the biological control of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 3, p. 43-48, 1998.

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

HELLE, W.; SABELIS, M. W. (Eds.). **Spider mites**: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1985. 458 p.

HUANG, K. *Aceria* (Acarina: Eriophyoidea) in Taiwan: five new species and plant abnormalities caused by sixteen species. **Zootaxa**, New Zealand, v. 1829, p. 1-30, 2008.

JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. W. **Mites injurious to economic plants**. Berkeley: University of California, 1975. 641 p.

LEE, J. H.; AHN, J. J. Temperature effects on development, fecundity, and life table parameters of *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 29, p. 265-271, 2000.

MAIA, A. H. N.; LUIZ, A. J. B. **Programa SAS para análise de tabela de vida e fertilidade de artrópodes**: o método jackknife. Jaguariúna: Embrapa, 2006. 11 p. (Comunicado técnico 33).

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

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

MEYER, J. S.; INGERSOLL, C. G.; McDONALD, L. L.; BOYCE, M. S. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. Bootstrap techniques. **Ecology**, Washington, v. 67, n. 5, p. 1156-1166, 1986.

MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 225-237.

OSBORNE, L. S., EHLER, L. E.; NECHOLS, J. R. **Biological control of the twospotted spider mite in greenhouses**. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Services, University of Florida, 1985. 40 p. (Bulletin 853).

PICOLI, P. R. F. **Aceria litchii (Keifer) em lichia: ocorrência sazonal, danos provocados e identificação de possíveis agentes de controle biológico**. 2010. 75 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2010.

RAGA, A.; MINEIRO, J. L. C.; SATO, M. E.; MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Primeiro relato de *Aceria litchii* (Keifer) (Prostigmata: Eriophyidae) em plantas de lichia no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 32, p. 628-629, 2010.

RASMY, A. H.; ELBANHAWY, E. M. The phytoseiid mite *Phytoseius plumifer* as a predator of the eriophyid mite *Aceria ficus* (Acarina). **Entomophaga**, Paris, v. 19, n. 4, p. 427-430, 1974.

SABELIS, M. W.; BRUIN, J. Evolutionary ecology: life history patterns, food plant choice and dispersal. In: LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M. W.; BRUIN, J. (Eds.). **World crop pests: eriophyoid mites, their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1996, p. 329-365. 6 v.

SANDERSON, J. P.; McMURTRY, J. A. Life history studies of the predaceous mite *Phytoseius hawaiiensis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, New Jersey, v. 35, p. 227-234, 1984.

SILVA, F. R. da; VASCONCELOS, G. J. N.; GONDIM Jr, M. G. C.; OLIVEIRA, J. V. Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 291-296, 2005.

VAN HOUTEN, Y. M.; VAN RIJN, P. C. J.; TANIGOSHI, L. K., VAN STRATUM, P.; BRUIN, J. Pre-selection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, New Jersey, v. 74, p. 225-234, 1995.

ZHANG, Z. Q.; SANDERSON, J. P. Twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse roses: spatial distribution and predator efficacy. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 88, p. 352-357, 1995.

CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA E AVALIAÇÃO DE ACARICIDAS/INSETICIDAS SOBRE *Aceria litchii* E SEU PREDADOR *Phytoseius intermedius* (ACARI: ERIOPHYIDAE, PHYTOSEIIDAE)

RESUMO – O ácaro-da-erínose, *Aceria litchii* (Keifer), é a principal praga da lichieira, *Litchi chinensis* Sonn. (Sapindaceae). A infestação do ácaro nas folhas causa formação de eríneos (multiplicação e crescimento de tricomas), reduzindo a taxa fotossintética e o potencial produtivo da cultura. O principal método de controle tem sido o uso de acaricidas. Avaliou-se neste estudo o efeito tóxico de onze acaricidas/inseticidas no controle do ácaro-da-erínose e os efeitos letais e na reprodução sobre o predador *Phytoseius intermedius* Evans & MacFarlane em laboratório. Foi desenvolvida uma metodologia para possibilitar a condução deste tipo de estudo. Os produtos foram aplicados com o uso de uma torre de Potter, para verificar a ação direta sobre *A. litchii* após 2, 12, 24 e 48 horas da aplicação. Após a obtenção destes resultados, os quatro produtos que causaram maior mortalidade sobre *A. litchii*, assim como azadiractina, foram avaliados quanto à ação sobre *P. intermedius*, também com o uso de torre de Potter. Para os predadores foi avaliada a sobrevivência e a oviposição, a cada 24 h, durante quatro dias consecutivos, além da viabilidade dos ovos postos sobre os ácaros tratados. As taxas de mortalidade de *A. litchii* com a aplicação de fenpiroximato, enxofre, abamectina e hexitiazoxi mostraram que estes produtos são potencialmente efetivos no controle deste ácaro. Com exceção de azadiractina e hexitiazoxi, todos os demais produtos foram classificados como nocivos ao predador. Esses resultados somados a estudos complementares em campo poderão auxiliar na viabilização do manejo desta praga no cultivo da lichieira.

Palavras-chave: ácaro-da-erínose, lichia, MIP, seletividade.

4.1 Introdução

A lichieira, *Litchi chinensis* Sonn. (Sapindaceae), é uma frutífera de clima tropical e subtropical oriunda da China Meridional (GOMES, 1975; MARTINS et al., 2001). China, Índia, Tailândia e Vietnã são os principais produtores de lichia. Entretanto, 80% da produção mundial se dá na China (MENZEL e WAITE, 2005; ABRALI, 2012). No Brasil, o cultivo comercial da lichieira é recente, concentrando-se nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná (CEAGESP, 2011). A produção brasileira anual é estimada em 5.000 toneladas, colhida em aproximadamente 3.500 hectares, valores que colocam o país como o nono maior produtor mundial (ABRALI, 2012).

O ácaro-da-erínose, *Aceria litchii* (Keifer) (Eriophyidae), é a principal praga desta cultura no mundo (SIDDIQUI, 2002). Este ocorre preferencialmente na superfície abaxial de folhas jovens, causando a formação de eríneos (desenvolvimento anormal de tricomas) em função da liberação de toxinas pelo ácaro no momento da alimentação (PICOLI et al., 2010). As folhas infestadas posteriormente se alteram, frequentemente formando depressões nas regiões atacadas. Em altas infestações, o ácaro também pode infestar flores e frutos, causando danos, cujos sintomas são semelhantes aos observados nas folhas, comprometendo seriamente a produção.

Embora sintomas severos semelhantes aos provocados pelo ácaro-da-erínose tivessem sido observados desde 2003 (MINEIRO e RAGA, 2003), a presença de *A. litchii* em São Paulo foi confirmada somente em 2008 em folhas de lichia com os mesmos sintomas (RAGA et al., 2010). Desde então, a continuidade da produção comercial da cultura exige o desenvolvimento de estratégias de manejo do ácaro. Como a praga entrou recentemente no Brasil, ainda não há registro de agrotóxicos para esta cultura em nossas condições (BRASIL, 2012). Em outros países, há relatos indicando a eficiência de enxofre, carbaril, dicofol, dimetoato, fentoato, monocrotofós, cihexatina e azociclotina no controle desse ácaro (PRASAD e SINGH, 1981; SHARMA e RAHMAN, 1982; SHARMA et al., 1986; SHARMA e THAKUR,

1992; CHILDERS et al., 1996), mas pouco se conhece a respeito da ação desses acaricidas sobre os predadores da praga. Dentre os ácaros predadores associados ao ácaro-da-errose, *Phytoseius intermedius* Evans & MacFarlane (Phytoseiidae) tem sido o mais comumente encontrado no Estado de São Paulo (PICOLI et al., 2010; Capítulo 2 desta dissertação) e além disso, os elevados valores dos parâmetros biológicos deste ácaro quando alimentado com *A. litchii* mostraram a possibilidade de que este possa reduzir os níveis populacionais da praga (Capítulo 3 desta dissertação).

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito tóxico de acaricidas/inseticidas no controle do ácaro-da-errose e a seletividade dos mais eficientes sobre o predador *P. intermedius* em laboratório.

4.2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida entre junho de 2012 e setembro de 2012, nos Laboratórios de Acarologia e de Manejo Integrado de Pragas do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP).

Os ácaros utilizados no estudo foram provenientes de folhas de lichieiras infestadas, plantadas nas proximidades do Laboratório de Acarologia da ESALQ-USP. As plantas nunca receberam qualquer tratamento fitossanitário.

4.2.1 Metodologia para avaliação de acaricidas/inseticidas sobre *Aceria litchii*

Inicialmente foram realizados três diferentes pré-testes para o estabelecimento de uma colônia desses ácaros. No primeiro, arenas com folhas jovens e saudáveis de lichia foram montadas com o intuito de alimentar os ácaros. Para tanto, essas folhas foram colocadas sobre um pedaço de espuma de náilon e cercadas por tiras de algodão mantidas constantemente úmidas para servir como barreira à fuga dos ácaros e

conservar a turgescência das folhas. Após esse procedimento, cerca de 50 indivíduos de *A. litchii* foram colocados sobre as folhas de lichia. No entanto, aproximadamente 2 horas depois, todos os indivíduos colocados na arena caminhavam para as tiras de algodão e aí morriam.

O segundo método avaliado refere-se à utilização de ramos com folhas jovens já infestadas com *A. litchii*. Para tanto, ramos jovens eram cortados da planta de lichia com auxílio de uma tesoura de poda; esse corte era realizado com parte do ramo dentro de um pote com água, para mascarar a ausência do fluxo de seiva da planta, evitando assim a migração dos ácaros (o que acontece quando estas são retiradas da planta). A metade inferior desses ramos era envolvida por algodão ainda dentro do pote com água, sendo cada ramo posteriormente transferido para um pequeno recipiente (150 ml) com água, sendo a parte do ramo com algodão mantida na água. Porém, este método também não funcionou, pois no dia seguinte os ácaros deixavam as folhas e morriam no algodão.

O terceiro método avaliado foi a criação do ácaro em mudas de lichieiras. Para tanto, três mudas com aproximadamente 80 cm de altura foram infestadas com *A. litchii*, com a colocação diária (durante cinco dias) de eríneos infestados com ácaros sobre as folhas das mudas. Após a infestação as mudas foram inspecionadas diariamente sob esteromicroscópio por cerca de 15 dias após a infestação, não se observando, no entanto, nenhum indício da presença do ácaro. O insucesso deste processo pode ter sido ocasionado por duas causas: 1 - tratamentos fitossanitários realizados nas mudas pelo produtor; 2 - as mudas adquiridas não estavam emitindo brotações, provavelmente pelas condições em que as mudas foram adquiridas.

Devido às dificuldades encontradas para o estabelecimento de uma colônia de *A. litchii*, foi necessário a realização de dois novos testes para verificar por quanto tempo estes poderiam permanecer vivos em condições ideais para sua sobrevivência, porém sem alimento. Para tanto, inicialmente vários indivíduos foram aderidos dorsalmente a uma fita adesiva de dupla face transparente colada em uma lâmina de vidro e levados para uma câmara climatizada a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12 horas.

Cerca de 12 horas depois esses ácaros foram tocados com um pincel para verificar a sobrevivência, mas esses já se encontravam mortos após esse tempo.

Então, um segundo teste foi realizado, com a colocação de 50 indivíduos em uma placa plástica (2,5 cm de diâmetro) com o fundo recoberto com uma camada solidificada de uma mistura de carvão ativado + gesso (proporção de 1:9), previamente umedecida com água destilada. Todos os indivíduos foram individualmente tocados com um pincel de cerdas finas para verificar a sobrevivência a cada 12 horas. Este teste indicou que *A. litchii* pode sobreviver até três dias sem alimento nestas arenas, contanto que a umidade fosse mantida com a adição diária de água destilada ao substrato. Este método foi repetido cerca de dez vezes e em todas elas a sobrevivência dos indivíduos foi de pelo menos 80% durante o período de três dias.

4.2.2 Efeito sobre *Aceria litchii*

Para facilitar a coleta de *A. litchii*, folhas de lichia foram coletadas e levadas ao laboratório onde foram deixadas a secar (cerca de 25°C e 60-70% de umidade relativa) durante 24 h, para que os ácaros começassem a deixar os eríneos espontaneamente. Seções de 2 x 2 cm foram então recortadas das regiões das folhas recobertas por eríneos e submetidas aos diferentes tratamentos. Estes tratamentos corresponderam à aplicação de 11 acaricidas/inseticidas (um deles, abamectina, com ou sem a inclusão do óleo vegetal usado como espalhante adesivo). As características destes produtos são apresentadas na Tabela 1. Foram incluídos também dois tratamentos testemunhas, um que correspondeu à aplicação de água e outro a nenhuma aplicação. As aplicações foram feitas sobre a face contendo os eríneos, com o uso de torre de Potter, sob pressão constante de 15 lbf/pol². Foram aplicados 1,5 – 2,0 mg de calda/cm², de acordo com as recomendações da “Organização Internacional para o Controle Biológico e Integrado de Plantas e Animais Nocivos” (IOBC) (HASSAN et al., 1987; VEIRE et al., 1996). Cada tratamento foi repetido quatro vezes.

Logo após a pulverização, as seções de folhas foram examinadas sob um estereomicroscópio para verificar a presença dos ácaros. Cada seção de folha foi então agitada, para a queda desses ácaros, sobre uma placa plástica (2,5 cm diâmetro) cujo fundo havia sido recoberto com uma camada solidificada de uma mistura de carvão ativado + gesso (proporção de 1:9), previamente umedecida com aproximadamente 1 mL de água destilada. Em seguida, 50 indivíduos foram deixados na placa, sendo os demais descartados. A cada 24 horas, aproximadamente 1 mL de água destilada foi adicionada à camada de carvão ativado e gesso para recompor o nível de umidade, evitando que os ácaros morressem por dessecação. As placas foram mantidas abertas, em uma câmara climatizada a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12 horas.

A sobrevivência dos ácaros submetidos aos diferentes tratamentos foi avaliada 2, 12, 24 e 48 horas após as pulverizações. Considerou-se morto o ácaro que não demonstrou qualquer reação ao ser tocado com um pincel número 0.

Tabela 1. Acaricidas/inseticidas testados em laboratório quanto ao efeito sobre *Aceria litchii*, e algumas de suas características.

Ingrediente ativo	Nome comercial	Grupo químico ⁽¹⁾	Mecanismo de ação	% de i.a. e formulação ⁽²⁾	Dosagem usada ⁽³⁾	Classificação toxicológica ⁽⁴⁾
Enxofre	Kumulus DF	Inorgânico	Inibidor do transporte de elétrons na mitocôndria.	80 WG	100	IV – pouco tóxico
Abamectina	Vertimec 18	Avermectina	Ativador de canais de cloro.	1,8 EC	30	III – medianamente tóxico
Azadiractina	AzaMax 12	Tetranortriterpenóide	Ação fagodeterrente e hormonal.	1,2 EC	300	III – medianamente tóxico
Hexitiazoxi	Savey WP	Tiazolidinacarboxamida	Inibidor da biossíntese de quitina.	50 EC	3	II – altamente tóxico
Fenpiroximato	Ortus 50	Pirazol	Inibidor do transporte de elétrons.	5 SC	100	II – altamente tóxico
Dimetoato	Perfekthion	Organofosforado	Inibidor da enzima acetilcolinesterase.	40 EC	100	I – extremamente tóxico
Espirodiclofeno	Envidor	Cetoenol	Efeito na lipogênese.	24 SC	25	III – medianamente tóxico
Óxido de fembutatina	Torque 500	Organoestânico	Inibidor da fosforilação oxidativa.	50 SC	60	I – extremamente tóxico
Espiromesifeno	Oberon	Cetoenol	Efeito na lipogênese.	24 SC	200	III – medianamente tóxico
Óleo mineral	Argenfrut RV	Hidrocarbonetos alifáticos	Ação asfixiante.	84,5 EC	1000	III – medianamente tóxico
Óleo vegetal	Óleo Vegetal Nortox	Ésteres de ácidos graxos	Ação asfixiante.	93 EC	2000	IV – pouco tóxico

⁽¹⁾ De acordo com Brasil (2012). ⁽²⁾WG: granulado dispersível; EC: concentrado emulsionável; SC: suspensão concentrada; ⁽³⁾ (mL ou g p.c./100 L), p.c.: produto comercial. ⁽⁴⁾ De acordo com Brasil (2012): I – extremamente tóxico; II – altamente tóxico; III – medianamente tóxico; IV – pouco tóxico.

4.2.3 Efeito sobre *Phytoseius intermedius*

Para permitir o uso de ácaros de idade uniforme, predadores coletados das plantas de lichia foram utilizados para iniciar uma colônia, cerca de três meses antes do início do trabalho. Desta colônia foram tomados cerca de 120 ovos que depois de individualizados em unidades experimentais como abaixo descritas, foram acompanhados até a obtenção de fêmeas adultas.

Cada unidade experimental foi constituída de um disco tomado de uma folha não infestada de lichia (3 cm de diâmetro) mantido no fundo de uma placa de Petri (9 cm de diâmetro) forrado com uma camada de algodão hidrófilo. Cada unidade experimental foi então submetida a um de seis tratamentos, correspondendo a azadiractina e aos quatro produtos que produziram os melhores resultados na avaliação do efeito sobre o ácaro-da-erínose, além de uma testemunha, que correspondeu à aplicação de água destilada. A aplicação dos produtos foi feita como descrito anteriormente, às mesmas dosagens citadas.

Cerca de duas horas após a aplicação dos tratamentos, quando as unidades já estavam secas, cinco fêmeas de *P. intermedius* com cinco dias da emergência dos adultos foram então tomadas ao acaso e transferidas para cada unidade tratada. Cada unidade experimental foi mantida permanentemente úmida pela adição diária de água destilada na camada de algodão hidrófilo, com a finalidade de preservar a folha e evitar a fuga dos predadores. Sobre cada unidade foi colocado um pedaço (cerca de 1 cm²) de folha de lichia com eríneo, para fornecer presas ao predador como alimento e para servir como substrato de oviposição ao mesmo. As unidades foram mantidas abertas, sob as mesmas condições citadas para o estudo anterior.

A sobrevivência dos predadores submetidos aos diferentes tratamentos e o número de ovos por estes depositados foram avaliados a cada 24 h durante quatro dias consecutivos. Considerou-se morto o predador que não conseguiu se locomover por uma distância mínima equivalente ao seu próprio comprimento ao ser tocado com pincel número 0. A viabilidade dos ovos postos pelas fêmeas também foi avaliada. O índice efeito total (E%) foi calculado conforme recomendações da IOBC, sendo $E\% = 100\% - (100\% - M_c) \times E_r$, onde M_c = mortalidade corrigida (ABBOTT, 1925) e E_r = efeito na reprodução.

Modelos lineares generalizados (NELDER e WEDDERBURN, 1972) do tipo binomial foram usados para a análise dos dados de proporções de mortalidade. Quando houve diferença significativa entre os tratamentos, foram realizadas comparações múltiplas (teste de Tukey, $p < 0,05$) por meio da função `glht` do pacote `multcomp` com ajuste dos valores de p . Todas as análises foram realizadas utilizando-se o “software” estatístico “R”, versão 2.15.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

4.3 Resultados

4.3.1 Efeito sobre *Aceria litchii*

Fenpiroximato, enxofre e abamectina + óleo mineral tiveram grande impacto sobre *A. litchii* logo nas primeiras 2 h da aplicação, produzindo cerca de 80% de mortalidade corrigida (M_c) (Tabela 2), atingindo M_c de cerca de 100% na última avaliação (48 h da aplicação). Embora causando M_c inferior a 70% na primeira avaliação, abamectina, hexitiazoxi, óxido de fembutatina, espiromesifeno e dimetoato causaram M_c superior a 82% na última avaliação.

Óleo vegetal causou 57% de M_c nas primeiras 2 h da aplicação, atingindo cerca de 65% de M_c até a última avaliação. Azadiractina e espiroclorfenol causaram M_c de no máximo cerca de 34% até 2 h da aplicação, porém esse efeito atingiu cerca de 57 e 50% de M_c , respectivamente, na última avaliação.

4.3.2 Efeito sobre *Phytoseius intermedius*

Com exceção de abamectina, nenhum dos produtos causou mais de 50% de M_c até 24 horas após a aplicação, destacando a azadiractina, que causou apenas 8% de M_c . Este produto manteve-se pouco tóxico ao predador durante todas as observações, atingindo apenas cerca de 6% de M_c na última avaliação (120 horas após a aplicação). O efeito dos demais produtos aumentou consideravelmente nas sucessivas avaliações, causando pelo menos cerca de 67% (hexitiazoxi) de M_c na avaliação final (Tabela 3).

Tabela 2. Número médio de *Aceria litchii* vivos e erro padrão (N±EP), e mortalidade corrigida (%), 2, 12, 24 e 48 horas após a exposição aos resíduos tóxicos (HAE).

Tratamento	2HAE		12HAE		24HAE		48HAE	
	N±EP	%	N±EP	%	N±EP	%	N±EP	%
Azadiractina	28,5 ± 3,2b	34,1	26,8 ± 3,4b	34,0	23,8 ± 3,2b	39,1	15,2 ± 3,6b	56,7
Espirodiclofeno	33,8 ± 2,0ab	22,0	29,8 ± 2,3ab	26,5	23,0 ± 1,4b	41,0	17,8 ± 0,8b	49,6
Fenpiroximato	4,5 ± 2,6d	89,6	2,5 ± 0,9d	93,8	1,0 ± 0,7d	97,4	0,0 ± 0,0d	100,0
Espiromesifeno	19,8 ± 2,6bc	54,3	19,0 ± 2,7b	53,1	6,8 ± 1,2c	82,7	4,0 ± 0,9cd	88,7
Dimetoato	26,0 ± 4,6bc	39,9	18,5 ± 4,9b	54,3	15,2 ± 5,8b	60,9	6,2 ± 2,9c	82,3
Hexitiazoxi	13,8 ± 1,2c	68,2	5,8 ± 1,8cd	85,8	4,8 ± 1,8cd	87,8	1,2 ± 0,8d	96,5
Enxofre	3,2 ± 1,8d	92,5	2,2 ± 1,0d	94,4	2,0 ± 0,9cd	94,9	0,8 ± 0,5d	97,9
Óxido de fembutatina	16,8 ± 1,6c	61,3	8,8 ± 2,2c	78,4	6,0 ± 0,9c	84,6	3,2 ± 1,2cd	90,8
Abamectina	13,0 ± 4,4c	69,9	6,8 ± 2,9cd	83,3	2,8 ± 1,1cd	92,9	0,5 ± 0,3d	98,6
Abamectina + óleo mineral	9,0 ± 1,7cd	79,2	3,2 ± 0,8cd	92,0	2,2 ± 0,6cd	94,2	0,8 ± 0,5d	97,9
Óleo mineral	33,8 ± 2,8ab	22,0	29,2 ± 2,0ab	27,8	24,8 ± 2,7b	36,5	21,0 ± 1,7b	40,4
Óleo vegetal	18,5 ± 1,5bc	57,2	17,8 ± 1,6b	56,2	16,2 ± 1,8b	58,3	12,5 ± 1,5bc	64,5
Água	43,2 ± 1,1a	0,0	40,5 ± 1,2ba	0,0	39,0 ± 1,9a	0,0	35,8 ± 1,5a	0,0
Sem aplicação	43,2 ± 2,0a	0,0	42,5 ± 1,6a	0,0	39,0 ± 2,9a	0,0	35,2 ± 1,6a	0,0

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente (GLM com distribuição binomial seguido por comparações múltiplas de Tukey, $\alpha = 0,05$).

Tabela 3. Número médio de *Phytoseius intermedius* vivos e erro padrão (N±EP), e mortalidade corrigida (%), 24, 48, 72, 96 e 120 horas após exposição aos resíduos tóxicos (HAE).

Tratamento	24HAE		48HAE		72HAE		96HAE		120HAE	
	N±EP	%	N±EP	%	N±EP	%	N±EP	%	N±EP	%
Azadiractina	4,6±0,2a	8,0	4,6±0,2ab	4,2	4,2±0,4 ^a	0,0	3,4±0,5a	10,5	3,4±0,5a	5,6
Fenpiroximato	2,8±0,6a	44,0	2,4±0,8b	50,0	2,0±0,6b	50,0	1,8±0,7b	52,6	0,2±0,2b	94,4
Hexitiazoxi	3,8±0,6a	24,0	3,0±0,7ab	37,5	2,6±0,5ab	35,0	1,2±0,5b	68,4	1,2±0,5b	66,7
Abamectina	2,0±0,4b	60,0	1,0±0,3b	79,2	1,0±0,3b	75,0	1,0±0,3b	73,7	0,8±0,4b	77,8
Enxofre	2,6±0,5b	48,0	2,4±0,4b	50,0	1,6±0,5b	60,0	1,0±0,5b	73,7	0,4±0,4b	88,9
Controle	5,0±0,0a	0,0	4,8±0,2a	0,0	4,0±0,3 ^a	0,0	3,8±0,4a	0,0	3,6±0,2a	0,0

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente (GLM com distribuição binomial seguido por comparações múltiplas de Tukey, $\alpha = 0,05$).

Efeito contrário foi observado para os produtos em relação à ação no processo reprodutivo (oviposição e eclosão do predador). Neste caso, azadiractina foi o produto de maior ação, causando a maior redução no número de ovos postos por fêmeas e na eclosão de larvas ($E_r = 0,32$) (Tabela 4).

Tabela 4. Efeito dos produtos aplicados às fêmeas de *Phytoseius intermedius*, ao final de 120 horas, em condições de laboratório. Piracicaba (SP), 2012.

Tratamento	Dosagem g ou mL/ 100L	M_c^1 (%)	Sobrevivente 100 % - M_c	E_r^2	$E\% ^3$	Classe ⁴
Azadiractina	300	5,6	94,44	0,32	70,0	2
Enxofre	100	88,9	11,11	0,05	99,5	4
Fenpiroximato	100	94,4	5,56	0,06	99,7	4
Hexitiazoxi	3	66,7	33,33	0,09	97,0	3
Abamectina	30	77,8	22,22	0,02	99,7	4

¹ M_c = Mortalidade corrigida

² E_r = Efeito na reprodução

³ $E\%$ = Efeito total

⁴Classe 1= inócuo; Classe 2= levemente nocivo; Classe 3= moderadamente nocivo; Classe 4= nocivo. Conforme IOBC/WPRS.

A redução no processo reprodutivo causada pelos demais produtos foram baixas, alcançando um valor de E_r de no máximo 0,09 (hexitiazoxi). Considerando-se conjuntamente o efeito tóxico e o efeito na reprodução, azadiractina mostrou-se o produto mais seletivo, com efeito total ($E\%$) de 70%, o que o classifica como levemente tóxico de acordo com os padrões adotados pela IOBC/WPRS (International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animal and Plant/West Palearctic Regional Section) (BAKKER et al., 1992).

4.4 Discussão

Até o presente, não existia nenhum estudo demonstrando métodos para a criação de *A. litchii* em laboratório. Os diversos pré-testes realizados para o estabelecimento de uma colônia ou a manutenção desses ácaros vivos para sua utilização em estudos possibilitou o desenvolvimento de uma metodologia que mantêm cerca de 80% desses ácaros vivos sem alimento durante três dias. A utilização de uma placa plástica com o fundo recoberto com um substrato de carvão ativado + gesso, umedecido diariamente com água destilada, além de ter

possibilitado a sobrevivência dos ácaros, facilitou sua visualização devido à cor escura da mistura de carvão ativado e gesso, e ofereceram refúgio a estes com as pequenas depressões superficiais formadas no substrato.

Essa metodologia possibilitou a avaliação do efeito dos acaricidas/inseticidas sobre *A. litchii*. Além disso, esta metodologia permitirá a realização de outros testes com estes ácaros, como por exemplo, testes de predação. Essa metodologia também poderá ser utilizada para estudos de outros ácaros Eriophyidae, que tenham hábito de vida semelhante a *A. litchii*.

As taxas de mortalidade de *A. litchii* com a aplicação de fenpiroximato, abamectina e hexitiazoxi mostraram que estes produtos são potencialmente efetivos no controle deste ácaro, sendo comparáveis a taxa observada com a aplicação do enxofre, produto amplamente utilizado em diversos países para o controle desta praga (SHARMA et al., 1986; SHARMA e THAKUR, 1992). Dentre estes produtos, apenas hexitiazoxi foi considerado moderadamente tóxico a *P. intermedius*, sendo os demais classificados como tóxicos. Isso significa que o uso de fenpiroximato, abamectina e enxofre poderia ter um importante impacto negativo sobre aquele predador.

O efeito significativo do enxofre sobre *P. intermedius* é um fato importante a se considerar. Embora, seja o enxofre tido como pouco tóxico a mamíferos, sendo por isso bastante utilizado há muito tempo, em diversos cultivos, mesmo na produção orgânica, sua toxicidade a fitoseídeos também tem sido relatada na literatura. Prischmann et al. (2005) observaram a toxicidade do enxofre a sete espécies de fitoseídeos, enquanto Bernard et al. (2010), observaram o efeito tóxico deste produto sobre *Euseius victoriensis* (Womersley).

Muito pouco se sabe sobre o efeito de *P. intermedius* como inimigo natural de *A. litchii*. Este predador foi descrito de Zimbábue (região sul da África), tendo sido depois relatado em outros países da África e da Ásia (MORAES et al., 2004). No Brasil, foi relatado em associação com *A. litchii* pela primeira vez por Picoli et al. (2010), no Estado de São Paulo. Mais recentemente, foi também encontrado, juntamente com outros predadores, na região de Limeira, no mesmo estado, também em associação com *A. litchii* (Capítulo 2 desta dissertação). Avaliações não publicadas conduzidas em laboratório têm demonstrado que uma colônia de *P. intermedius* pode ser facilmente mantida utilizando *A. litchii* como presa. Por

apresentar o corpo relativamente estreito e alongado, este predador parece ter maior facilidade que outros fitoseídeos em alcançar a praga na parte mais externa do emaranhado de tricomas foliares alongadas que formam os eríneos. A maior facilidade das espécies de *Phytoseius* de se movimentarem em folhas de superfície pilosa foi relatada por Walter (1992).

A baixa eficiência de azadiractina no controle de *A. litchii* poderia desqualificar este produto para o controle desta praga. No entanto, dentre os produtos avaliados este foi o que causou menor efeito sobre *P. intermedius*, sendo por isso potencialmente útil para uso em produção orgânica de litchia. Diversos autores têm avaliado a toxicidade de formulações à base de azadiractina, frequentemente observando ser esta mais tóxica aos ácaros fitófagos que a ácaros fitoseídeos (MOMEN et al., 1997; CASTAGNOLI et al., 2000; BRITO et al., 2006).

Embora o uso do enxofre juntamente com a realização de podas das folhas infestadas tenha se mostrado uma forma eficiente de manejar as populações de *A. litchii* em distintos países, a determinação de outros produtos eficientes e principalmente que pertençam a diferentes grupos químicos, é extremamente necessária, para reduzir a possibilidade da evolução da resistência da praga pelo uso continuado do enxofre. Resistência de ácaros de diversas famílias a este produto tem sido relatada na literatura (NYONI et al., 2010; KHAJEHALI et al., OUYANG et al., 2011), embora não existam informações sobre resistência de ácaros eriofiídeos. O enxofre é do grupo químico inorgânico e age inibindo o transporte de elétrons na mitocôndria das células. De todos os acaricidas/inseticidas avaliados, apenas espiromesifeno e espirodiclofeno são do mesmo grupo químico, sendo os demais de grupos diferentes (BRASIL, 2012). Este fato poderá contribuir no uso alternado de produtos com mecanismos de ação distintos, evitando a possível pressão de seleção causada pelo uso continuado sempre de um mesmo produto.

Estudos complementares de campo avaliando os produtos que se mostraram mais promissores neste trabalho são necessários, para a confirmação de sua eficiência.

4.5 Conclusões

Fenpiroximato, enxofre, abamectina e hexitiazoxi mostraram-se potencialmente efetivos no controle de *A. litchii*.

Com exceção de azadiractina e hexitizoxi, todos os demais produtos foram classificados como nocivos a *P. intermedius*.

4.6 Referências

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LICHIA E LONGANA - ABRALI. **Principais países produtores de lichia**. Disponível em: <<http://www.abrali.org.br/lichiaemnumeros.htm>>. Acesso em: 17 out. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.>. Acesso em: 16 out. 2012.

BAKKER, F.; GROVE, A.; BLÜMEL, S.; CALIS, J.; OOMEN, P. Side-effect tests for phytoseiids and their rearing methods. **IOBC/WPRS Bulletin**, Montfavet, v. 15, n. 3, p. 61-75, 1992.

BERNARD, M. B.; COLE, P.; KOBELT, A.; HORNE, P. A.; ALTMANN, J.; WRATTEN, S. D.; YEN, A. L. Reducing the impact of pesticides on biological control in Australian vineyards: pesticide mortality and fecundity effects on an indicator species, the predatory mite *Euseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 103, n. 6, p. 2061-2071, 2010.

BRITO, H. M.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; OLIVEIRA, J. V.; CÂMARA, C. A. G. Toxicidade de formulações de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro rajado e a *Euseius alatus* De Leon e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, p. 500-505, 2006.

CASTAGNOLI, M.; SIMONI, S.; GOGGIOLI, D. Attività biologica di sostanze vegetali nei confronti di *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e del suo predatore *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Redia**, Firenze, v. 83, p. 141-150, 2000.

CEAGESP - COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. **A lichia na CEAGESP de 1999 a 2009**. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org/jnw/index.php>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

CHILDERS, C. C.; EASTERBROOK, M. A.; SOLOMON, M. G. Chemical control of eriophyoid mites. In: LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M. W.; BRUIN, J. (Eds.). **Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 695-726.

GOMES, P. (Ed.). **Fruticultura Brasileira**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1975. 446 p.

HASSAN, S. A.; ALBERT, R.; BIGLER, F.; BLAISINGER, P.; BOGENSCHUTZ, H.; BOLLER, E.; BRUN, J.; CHIVERTON, P.; EDWARDS, P.; ENGLERT, W. D.; HUANG, P.; INGLESFIELD, C.; NATON, E.; OOMEN, P. A.; OVERMEER, W. P. J.; RIECKMANN, W.; SAMSØE-PETERSEN, L.; STAUBLI, A.; TUSET, J. J.; VIGGIANI, G.; VANWETSWINKEL, G. Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/ WPRS – Working Group. Pesticides and Beneficial Organisms. **Zeitschrift Für Angewandte Entomologie**, Berlin, v. 103, p. 92-107, 1987.

KHAJEHALI, J.; NIEUWENHUYSE, P. V.; DEMAEGHT, P.; TIRRY, L.; LEEUWEN, T. V. Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in the Netherlands. **Pest Management Science**, Sussex, v. 67, p. 1424-1433, 2011.

MARTINS, A. B. G.; BASTOS, D. C.; SCALOPPI JUNIOR, E. J. **Lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 48 p. (Frutas potenciais).

MENZEL, C. M.; WAITE, G. K. **Litchi and longan: botany, cultivation and uses**. Queensland: CABI Publishing, 2005, 305 p.

MINEIRO, J. L. C.; RAGA, A. Ocorrência de ácaros (Arachnida: Acari) em plantas de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) (Sapindaceae) no Estado de São Paulo. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 16., 2003. **Anais...** São Paulo: Instituto Biológico, 2003. p.1-4.

MOMEN, F. M.; REDA, A. S.; AMER, S. A. A. Effect of Neem Azal-F on *Tetranychus urticae* and three predacious mites of the family Phytoseiidae. **Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica**, Budapest, v. 32, p. 355-362, 1997.

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

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society**, London, v. 135, n. 3, p. 370-384, 1972.

NYONI, B. N.; GORMAN, K.; MZILAHOWA, T.; WILLIAMSON, M. S.; NAVAJAS, M.; FIELD, L. M.; BASS, C. Pyrethroid resistance in the tomato red spider mite, *Tetranychus evansi*, is associated with mutation of the para-type sodium channel. **Pest Management Science**, Sussex, v. 67, p. 891-897, 2010.

OUYANG, Y.; MONTEZ, G. H.; LIUA, L.; GRAFTON-CARDWELLA, E. Spirodiclofen and spirotetramat bioassays for monitoring resistance in citrus redmite, *Panonychus*

citri (Acari: Tetranychidae). **Pest Management Science**, Sussex, v. 68, p. 781-787, 2011.

PICOLI, P. R. F.; VIEIRA, M. R.; SILVA, E. A.; MOTA, M. S. O. Ácaros predadores associados ao ácaro-da-erínose da lichia. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 45, n. 11, p. 1246-1252, 2010.

PRASAD, V. G.; SINGH, R. K. Prevalence and control of litchi mite, *Aceria litchii* Keifer in Bihar. **Indian Journal of Entomology**, New Delhi, v. 43, p. 67-75, 1981.

PRISCHMANN, D. A.; JAMES, D. G.; WRIGHT, L. C.; TENNEYCK, R. D.; SNYDER, W. E. Effects of chlorpyrifos and sulfur on spider mites (Acari: Tetranychidae) and their natural enemies. **Biological Control**, Orlando, v. 33, p. 324-334, 2005.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 05 out. 2012.

RAGA, A.; MINEIRO, J. L. C.; SATO, M. E.; MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Primeiro relato de *Aceria litchii* (Keifer) (Prostigmata: Eriophyidae) em plantas de lichia no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 32, p. 628-629, 2010.

SHARMA, D. D.; RAHMAN, M. F. Control of litchi mite *Aceria litchii* (Keifer) with particular reference to evaluation of pre-bloom and post-bloom application of insecticides. **Entomon**, Trivandrum, v. 7, p. 55-56, 1982.

SHARMA, D. D.; SINGH, S. P.; AKHAURI, R. K. Relationship between the population of *Aceria litchii* (Keifer) on litchi and weather factors. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 56, n. 1, p. 59-63, 1986.

SHARMA, D. D.; THAKUR, A. P. Bioefficacy of eight pesticides against litchi erineum mite (*Aceria litchii*) and its predators. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 62, n.3, p. 240-242, 1992.

SIDDIQUI, S. B. M. A. B. Lychee production in Bangladesh. In: PAPADEMETRIOU, M. K.; DENT, F. J. **Lychee production in the Asia-Pacific Region**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, 2002. p. 28-40.

VEIRE, M. V. A. N. de; SMAGGHE, G.; DEGHEELE, D. A laboratory test method to evaluate the effect of 31 pesticides on the predatory bug, *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). **Entomophaga**, Paris, v. 41, p. 235-243, 1996.

WALTER, D. E. Leaf surface-structure and the distribution of *Phytoseius* mites (Acarina, Phytoseiidae) in South-Eastern Australian forests. **Australian Journal of Zoology**, East Melbourne, v. 40, p. 593-603.1992

CAPÍTULO 5 – EFICIÊNCIA DE ACARICIDAS/INSETICIDAS SOBRE *Aceria litchii* E O EFEITO DESTES SOBRE OS INIMIGOS NATURAIS EM CONDIÇÕES DE CAMPO

RESUMO – O cultivo em larga escala da lichieira, *Litchi chinensis* Sonn. (Sapindaceae), no Brasil ainda é recente. Esta cultura tem sofrido danos severos pela ação do ácaro-da-erinese da lichieira, *Aceria litchii* (Keifer) (Eriophyidae). Isto tem preocupado os produtores brasileiros, principalmente por ainda não existir nenhum produto registrado para o controle desta praga no País. Este estudo refere-se à avaliação em campo da eficiência dos inseticidas/acaricidas que mostraram os melhores resultados no capítulo anterior. Foi conduzido em plantas de lichieira mantidas em uma propriedade de Piracicaba, Estado de São Paulo. A aplicação dos produtos foi realizada em 3 de setembro de 2012. As densidades de *A. litchii* e fitoseídeos foram avaliadas imediatamente antes de cada aplicação e 1, 7, 15 e 30 dias após a aplicação. Tomaram-se 20 folhas com erinose de cada parcela, sendo estas levadas ao laboratório para as avaliações. Após a chegada ao laboratório, dez folhas de cada parcela foram examinadas sob estereomicroscópio para estimar a densidade de predadores. As 20 folhas de cada parcela foram então deixadas a secar durante 48 h sobre uma superfície plástica, sendo então as folhas e a superfície lavadas com água destilada para a coleta dos ácaros sobre uma peneira de 400 micrômetros. O produto mais eficiente no controle de *A. litchii* foi o enxofre (90%, 15 dias após a aplicação), seguido de fenpiroximato (73%, sete dias após a aplicação) e hexitiazoxi (63%, 15 dias após a aplicação). O produto menos tóxico aos predadores fitoseídeos (representados principalmente por *Phytoseius intermedius* Evans & MacFarlane) foi azadiractina, seguida de fenpiroximato e hexitiazoxi.

Palavras-chave: ácaro-da-erinese, controle químico, lichia, MIP.

5.1 Introdução

A cultura da lichieira, *Litchi chinensis* Sonn. (Sapindaceae), tem despertado crescente interesse no Brasil por ser uma planta rústica e também pelo retorno econômico que proporciona ao produtor (MARTINS, 1992). O cultivo desta planta em larga escala no Brasil é recente, concentrando-se nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná (CEAGESP, 2011). A produção brasileira anual é estimada em 5.000 toneladas, colhida em aproximadamente 3.500 hectares, valores que colocam o país como o nono maior produtor mundial (ABRALI, 2011).

No Brasil, a lichieira tem historicamente mostrado poucos problemas em relação aos ataques de pragas e doenças, tendo sido relatados até recentemente sobre esta cultura apenas alguns fungos, como *Gloesporium* spp., *Phomosis* spp. e *Cladosporium* spp., coleópteros e cochonilhas (MARTINS et al., 2001). Entretanto, uma nova praga foi recentemente relatada sobre esta cultura no Estado de São Paulo. Trata-se do ácaro-da-erínose da lichieira, *Aceria litchii* (Keifer) (Eriophyidae). Sintomas severos semelhantes aos provocados por este ácaro haviam sido relatados desde 2003 (MINEIRO e RAGA, 2003), embora a comprovação da ocorrência do ácaro só tenha sido publicada em 2008 (RAGA et al., 2010).

O ácaro-da-erínose vive preferencialmente em folhas jovens de lichieira, causando a produção de eríneos na parte inferior das mesmas, que podem eventualmente cobrir a folha por inteiro, chegando a causar seu encrespamento. Em muitos casos todo o limbo foliar pode ser deformado. Em altas infestações, o ácaro também pode atacar flores e frutos, causando a formação de eríneos, comprometendo seriamente a produção. Os eríneos jovens são branco-prateados mudando para marrom claro e castanho escuro com o passar do tempo (BUTANI, 1977; FAO, 2002; NISHIDA; HOLDAWAY, 1955).

Perdas de até 80% em pomares comerciais de São Paulo infestados por este ácaro foram relatadas em 2010 (dados colhidos no site Rural Br Agricultura, consultado em 14-05-2012). Os produtores brasileiros de lichia estão preocupados com esta nova praga, relatando-se que nunca a produtividade desta cultura tinha sido tão baixa como em 2010. Há seis anos a produção brasileira alcançou sete mil toneladas, porém este valor caiu para cerca de apenas três mil toneladas em 2010,

sendo o ácaro citado como a principal causa dessa queda (dados colhidos no site Rural Br Agricultura, consultado em 14-05-2012).

Ainda não existe nenhum produto registrado para o controle desta praga no Brasil. Embora existam relatos sobre a eficiência do enxofre no controle deste ácaro em outros países, ainda não há no Brasil dados que comprovem a eficiência deste ou de outros produtos em nossas condições.

No capítulo anterior, 11 produtos foram avaliados em laboratório quanto à eficiência no controle de *A. litchii*. Os melhores resultados foram obtidos com a aplicação de enxofre, fenpiroximato, abamectina e hexitiazoxi. Estes produtos causaram a mortalidade de pelo menos 96,5% dos ácaros tratados dentro de 48 h da aplicação. No entanto, todos estes se mostraram nocivos ou moderadamente nocivos ao fitoseídeo *Phytoseius intermedius* Evans & MacFarlane, um dos predadores mais comumente encontrados em associação com esta praga no estado de São Paulo (PICOLI et al., 2010; capítulo 2 desta dissertação). Ainda no capítulo anterior, verificou-se que azadiractina causou até 56,7% de mortalidade da praga, mostrando-se porém apenas levemente nociva àquele predador.

O objetivo deste trabalho foi avaliar em campo a eficiência dos produtos citados no parágrafo anterior, adotando-se uma metodologia de avaliação ainda não citada na literatura, que permite a estimativa da população de ácaros que causam a formação de eríneos. Estas estruturas beneficiam o ácaro, protegendo-o do ataque de predadores e mesmo da ação de outros fatores exógenos, como de produtos químicos utilizados para seu controle. Por outro lado, também dificultam a visualização dos ácaros nos trabalhos de pesquisa, exigindo o desenvolvimento de uma metodologia apropriada.

5.2 Material e Métodos

A etapa de campo do presente trabalho foi conduzida em Piracicaba, Estado de São Paulo, na fazenda denominada Santa Maria, com coordenadas geográficas de 22° 40' O e 47° 32' S, em plantas de lichieira da variedade Bengal. As plantas tinham aproximadamente 1,4 m de altura, e encontravam-se dispostas a uma distância de aproximadamente 40 cm umas das outras. O delineamento utilizado foi

de blocos ao acaso, com seis tratamentos e seis repetições, cada parcela sendo constituída por aproximadamente 100 plantas (área de aproximadamente 170 m²).

Cada tratamento correspondeu à aplicação de um produto, sendo que a aplicação de água correspondeu ao tratamento controle. Os produtos avaliados foram: enxofre (Kumulus 80 WG), 1 g/L; abamectina (Vertimec 18 EC), 0,3 mL/L; fenpiroximato (Ortus 50 SC), 1 mL/L; hexitiazoxi (Savey 50 EC), 0,003 g/L e azadiractina (Azamax 12 EC), 3 mL/L (incluído por que apesar da baixa eficiência verificada no capítulo anterior, apresentou baixa toxicidade aos ácaros predadores).

A aplicação dos tratamentos foi realizada em 3 de setembro de 2012, com um pulverizador costal manual modelo Jacto PJH 20 L. Para evitar a interferência dos tratamentos, uma lona plástica foi posicionada entre as parcelas no momento de cada aplicação. O volume de calda aplicado em cada parcela foi o suficiente para permitir a cobertura total das plantas, ou seja, além do ponto de escorrimento.

As densidades dos ácaros foram avaliadas imediatamente antes de cada aplicação e 1, 7, 15 e 30 dias após cada aplicação. Em cada avaliação, tomaram-se 20 folhas jovens com sintoma de ataque da praga (erínose) de plantas da parte central de cada parcela, evitando-se possíveis interferências dos produtos aplicados. As folhas foram levadas ao laboratório, onde dez das folhas de cada parcela foram tomadas aleatoriamente e examinadas sob estereomicroscópio na busca de ácaros predadores. Esses foram transferidos para um recipiente com etanol a 70% para posterior montagem em meio de Hoyer, identificação e contagem.

A determinação dos números de *A. litchii* exigiu o desenvolvimento de um método específico para ácaros que produzem eríneos. Este se baseia na observação de que se pode precipitar a migração destes ácaros com a secagem das folhas ao serem retiradas das plantas. Isto leva à exposição dos ácaros na superfície, permitindo a estimativa da população. Para tanto, as 20 folhas de cada parcela foram dispostas com a face inferior voltada para cima sobre um retângulo de 20 x 30 cm, delimitado com cola entomológica sobre uma superfície plástica preta. Após 48 h, as folhas e a superfície em que estavam foram lavadas com água, com auxílio de uma pisseta, sobre uma peneira com abertura de 400 micrômetros. Um teste prévio indicou ser este o tempo necessário para que os ácaros vivos migrassem para fora dos eríneos, restando muito poucos (< 10%) nestes após este período. Os ácaros retidos na peneira foram transferidos com etanol 70% para um

tubo de Falcon, completando-se o volume para 15 ml. A estimativa do número de ácaros em cada parcela foi feita em uma câmara de Peter, empregando-se uma modificação do método descrito por Lawson-Balagbo et al. (2008). Para tanto, foram tomadas três alíquotas de 1 mL de cada frasco, agitando-se o líquido imediatamente antes, e estimando-se o número de ácaros para todo o conteúdo por extrapolação.

Por razões de ordem prática, estimou-se inicialmente a densidade média de *A. litchii* em termos de número de ácaros pelo peso total da área coberta por eríneos nas 20 folhas de cada parcela. Através de uma correlação previamente determinada entre área e peso ($\text{área} = 18,115 * \text{peso} + 0,0003$; $R^2 = 0,96$), a densidade de ácaros em cada parcela e em cada avaliação foi convertida em número de ácaros por cm^2 de eríneo.

Os dados de mortalidade e as densidades de predadores encontrados nos diferentes tratamentos foram inicialmente submetidos ao teste de Bartlett para verificar a homogeneidade das variâncias e de Shapiro & Wilk para verificar a normalidade dos resíduos e então transformados em $\sqrt{x+1}$. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o “software” R 2.15.0 (2012). Dada a heterogeneidade das variâncias e a distribuição não normal dos dados das densidades de ácaros predadores mesmo após a transformação, estes foram comparados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, utilizando o “software” R 2.15.0 (2012). A eficiência de cada tratamento no controle de *A. litchii* foi determinada pela fórmula proposta por Henderson e Tilton (1955). A mesma fórmula foi utilizada para se calcular o efeito dos produtos sobre os predadores.

5.3 Resultados

A avaliação prévia realizada tanto para *A. litchii* como para os predadores mostraram algumas diferenças significativas entre os tratamentos, o que inviabiliza a comparação direta entre as densidades correspondentes aos tratamentos em cada avaliação. Por esta razão, a comparação entre os dados foi feita graficamente e através dos níveis de eficiência dos inseticidas/acaricidas.

Graficamente, nota-se uma tendência a um aumento da densidade de *A. litchii* na testemunha ao longo do período experimental (Figura 1A). Nota-se também um

aumento da densidade no tratamento correspondente à aplicação de azadiractina até o sétimo dia da aplicação, seguido de uma queda nas duas avaliações seguintes. Os demais tratamentos aparentemente causaram uma leve redução das densidades aos 15 dias após a aplicação e novamente aumentaram aos 30 dias da aplicação.

O enxofre foi o produto que apresentou maior eficiência ao longo de todas as avaliações (Figura 1B). A eficiência deste produto aumentou até 15 dias após a aplicação, quando atingiu 90%, reduzindo levemente na avaliação feita 30 dias após a aplicação. Dentre os outros produtos, apenas o fenpiroximato e o hexitiazoxi mostraram alguma eficiência ao longo das observações. Mesmo assim, estas foram baixas, atingindo no máximo cerca de 73% para o primeiro produto sete dias após a aplicação e 63% no máximo para o segundo, 15 dias após a aplicação.

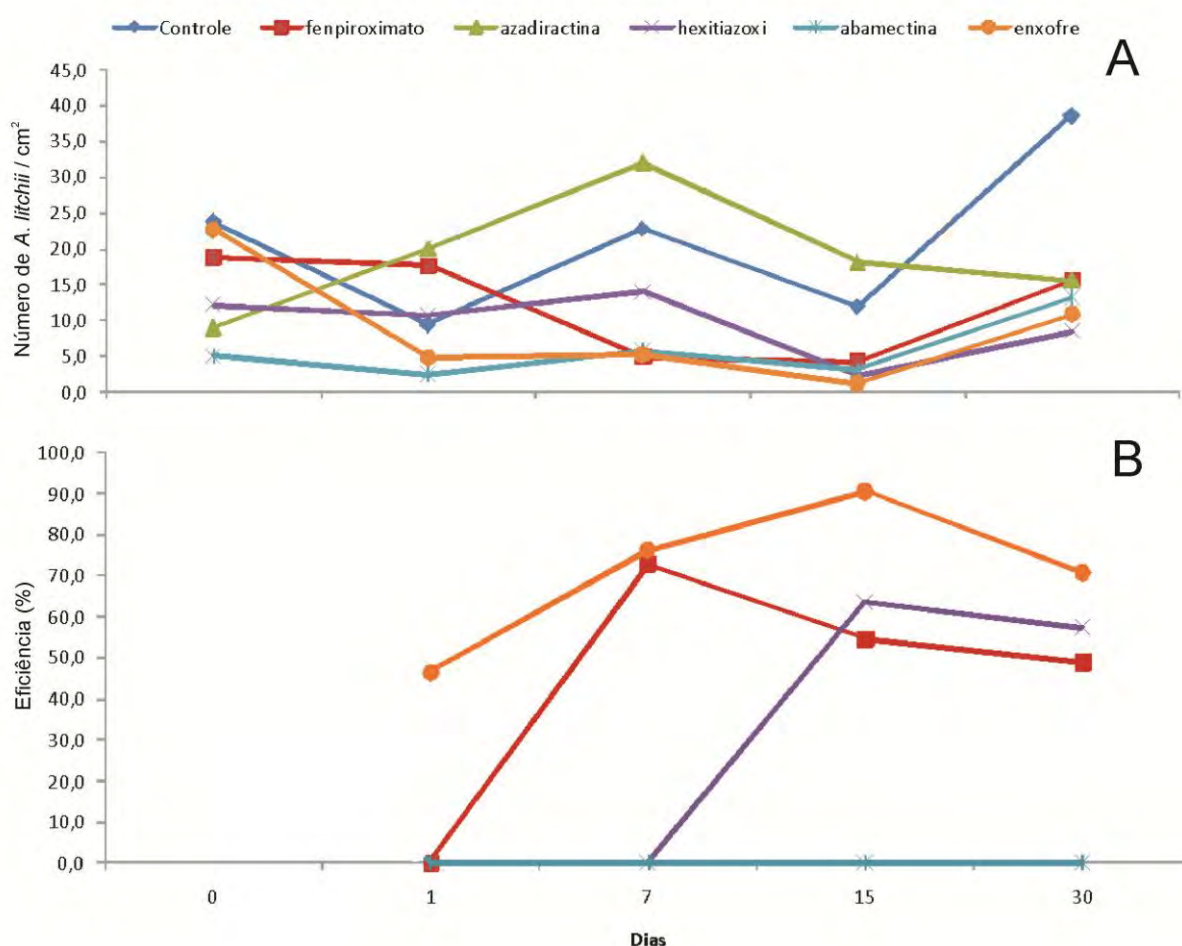


Figura 1. Densidade de *A. litchii*/cm² encontrada na prévia, 1, 7, 15 e 30 dias após a aplicação dos produtos em campo (A) e eficiência dos produtos sobre estes ácaros (B).

No transcorrer deste trabalho, *P. intermedius*, correspondeu a 92,4% dos fitoseídeos encontrados. Os demais fitoseídeos foram *Amblyseius compositus* Denmark e Muma (6,3%) e *Phytoseius woodburyi* De Leon (1,3%). Quanto aos predadores, as densidades populacionais reduziram mesmo no tratamento testemunha sete dias após a aplicação, mas aumentaram levemente a partir de então, atingindo na última avaliação aproximadamente o mesmo nível que na avaliação prévia (Figura 2A). Nos outros tratamentos, a densidade também diminuiu, sendo o predador quase totalmente inexistente nestes um e sete dias após a aplicação dos produtos (exceto no tratamento correspondente à aplicação de azadiractina), recuperando-se levemente a partir de então nos tratamentos correspondentes à aplicação de azadiractina, fenpiroximato e hexitiazoxi.

Em termos percentuais (correspondente à “eficiência” na redução da densidade), com exceção de azadiractina, todos os produtos tiveram grande impacto na densidade dos fitoseídeos já no primeiro dia após a aplicação dos produtos (Figura 2B). A redução da densidade dos predadores variou entre 75,4 (enxofre) e 94,3% (fenpiroximato) (Figura 2B). No entanto, nas contagens feitas sete e 15 dias após a aplicação, o impacto devido à aplicação de azadiractina aumentou, enquanto o impacto de fenpiroximato e hexitiazoxi diminuíram. O impacto devido à aplicação de enxofre e abamectina se manteve alto durante todo o período de observação.

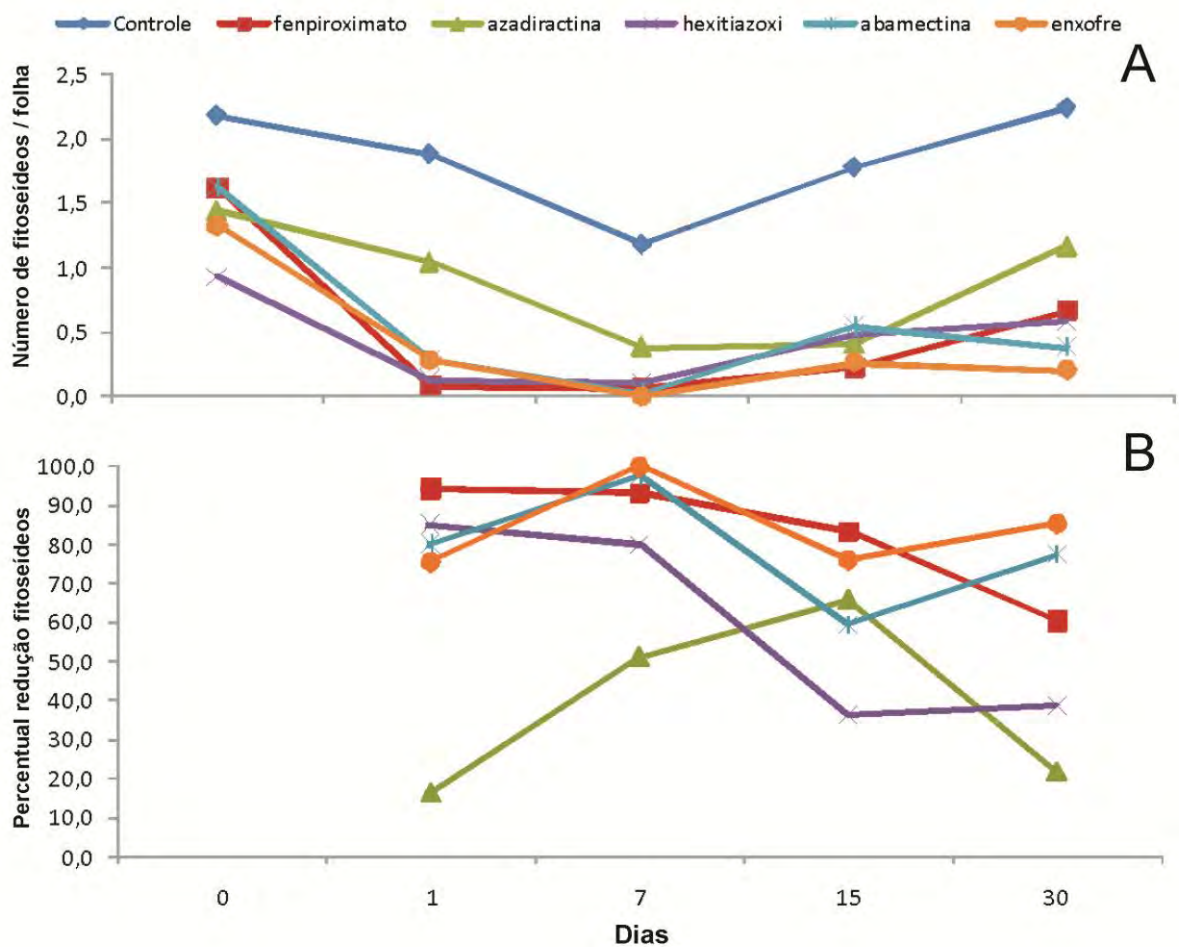


Figura 2. Densidade de fitoseídeos na prévia, 1, 7, 15 e 30 dias após a aplicação dos produtos em campo (A) e percentual de redução dos produtos sobre estes ácaros (B).

5.4 Discussão

Enxofre, fenpiroximato e hexitiazoxi foram os produtos que apresentaram melhor controle de *A. litchii*. Estes resultados estão de acordo com o que se esperava a partir dos resultados obtidos no capítulo anterior. Também está de acordo com o esperado a menor eficiência de azadiractina em comparação com os outros produtos. No entanto, foi inesperado o resultado da aplicação de abamectina, cuja eficiência foi praticamente zero ao longo de todo o período de observação. Há que se considerar, entretanto, que por uma casualidade, a densidade média de *A. litchii* nas plantas deste tratamento foram muito baixas, mesmo antes de se realizar a aplicação do produto. Este baixo nível pode ter mascarado o efeito real do produto, tendo em vista indesejados erros experimentais inevitáveis em campo.

A azadiractina tem sido relatada na literatura como um inseticida de ação repelente (GALLO et al., 2002; HOY, 2011). Esta característica poderia explicar o aumento da densidade de *A. litchii* neste tratamento até o sétimo dia da aplicação, em função da metodologia usada. O efeito repelente poderia ter causado, durante aquele período, a migração de uma maior parcela da população da praga para a superfície dos eríneos, tendo este efeito desaparecido após este período.

Com relação ao predador, também os resultados obtidos foram compatíveis com aqueles obtidos no capítulo anterior. Assim, a menor “eficiência” de azadiractina um dia após a aplicação pode estar ligada ao efeito menos tóxico deste produto observado naquele capítulo. Já, o aumento da “eficiência” deste produto e a redução da “eficiência” de outros produtos parece corresponder exatamente ao efeito destes produtos na reprodução dos predadores, observada no capítulo anterior.

No capítulo dois desta dissertação um método diferente foi usado para estimar o número de *A. litchii* por folha. No entanto as densidades encontradas deste ácaro naquela situação foram compatíveis com as encontradas no tratamento controle deste capítulo, sugerindo que ambos os métodos possam ser úteis na estimativa da densidade populacional de *A. litchii* e de outros ácaros que produzem eríneos. Picoli (2010) encontrou valores absolutos de *A. litchii* mais baixos que os aqui encontrados, utilizando outra metodologia de extração dos ácaros. Naquele caso, o número médio de *A. litchii* foi estimado a partir de uma área de 2 cm² de eríneo, colocada em uma solução de detergente neutro e agitada por 5 segundos, com o objetivo de desalojar os ácaros.

Os predadores predominantes neste estudo foram exatamente os mesmos observados no capítulo 2, conduzido em outra área distante aproximadamente 15 km em linha reta do campo em que o presente estudo foi conduzido. As densidades de predadores determinadas neste trabalho foram baixas. Estes níveis foram entretanto compatíveis àqueles determinados no capítulo 2 desta dissertação, durante os mesmos meses, embora em anos distintos. Os níveis aqui determinados foram porém bem menores que os encontrados por Picoli (2010), provavelmente devido ao método diferente utilizado na retirada dos predadores. No entanto, também naquele trabalho as densidades de fitoseídeos encontradas no período em que o trabalho foi conduzido foram mais baixas que em outras épocas do ano.

Na Austrália e Índia, o manejo de *A. litchii* tem sido feito com pulverizações sucessivas e alternadas de enxofre e dimetoato, sendo a primeira aplicação realizada no início das brotações (SHARMA et al., 1992; WAITE, 2002).

Os resultados deste trabalho coincidem em parte com os relatados no capítulo 4 desta dissertação, em que apenas azadiractina foi classificada como levemente tóxica a *P. intermedius*, sendo seguido pelo hexitiazoxi, classificado como moderadamente tóxico, sendo os demais produtos considerados tóxicos a este predador. Os resultados do presente estudo, sugerem também a recuperação relativamente mais rápida do predador nas parcelas tratadas com fenpiroximato. Ahmad et al. (2009) consideraram hexitiazoxi inofensivo a *Phytoseius plumifer* e relataram abamectina e fenpiroximato como tóxicos a este ácaro em laboratório.

Silva e Oliveira (2006) também consideraram a abamectina como tóxica a *Neoseiulus californicus* (McGREGOR, 1954), enquanto Reis et al. (1999) mostraram a alta sensibilidade deste ácaro ao enxofre.

Enxofre, hexitiazoxi e fenpiroximato mostraram eficiência no controle de *A. litchii*. No entanto, o número de fitoseídeos encontrados nos tratamentos com fenpiroximato e hexitiazoxi foram maiores na última avaliação, justificando possivelmente sua utilização em relação aos demais.

A época em que este estudo foi realizado é um fato importante a se considerar, uma vez que, tanto as densidades da praga como as densidades do predador foram baixas naquela época, dificultando as comparações entre os tratamentos. Considerando as densidades de *A. litchii*, provavelmente a época mais adequada para a realização de futuros estudos semelhantes seja junho, quando a população da praga esteja provavelmente alta, a população dos predadores esteja baixa e as possibilidades de ocorrência de chuva sejam reduzidas. Estas condições provavelmente tornariam mais evidentes as possíveis diferenças entre os tratamentos.

5.5 Conclusões

O enxofre seguido de fenpiroximato e hexitiazoxi foram os produtos mais eficientes no controle de *A. litchii* em campo.

O produto menos tóxico aos predadores fitoseídeos (representados principalmente por *P. intermedius*) foi azadiractina, seguida de fenpiroximato e hexitiazoxi.

5.6 Referências

AGRICULTURA RURAL - SITE. **Produção de lichia deve ser menor em São Paulo.** Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/canalrural/jsp/default.jsp?uf=1&local=1&id=3078841&action=noticias>>. Acesso em: 14 maio 2012.

AHMAD, N.; KARIM, K.; MASOUD, A.; FATEME, A. Selectivity of three miticides to spider mite predator, *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae) under laboratory conditions. **Agricultural Sciences in China**, Beijing, v. 8, n. 3, p. 326-331, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LICHIA E LONGANA - ABRALI. **Principais países produtores de lichia.** Disponível em: <<http://www.abrali.org.br/lichiaemnumeros.htm>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

BUTANI, D. K. Pests of litchi in India and their control. **Fruits**, Paris, v. 32, n. 4, p. 269-270, 1977.

CEAGESP - COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. **A lichia na CEAGESP de 1999 a 2009.** Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org/jnw/index.php>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Expert consultation on lychee production in the Asia-Pacific Region.** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, 2002. 88 p.

GALLO, D., NAKANO O., SILVEIRA NETO S., CARVALHO R. P. L., BATISTA G. C. de, BERTI FILHO E., PARRA J. R. P., ZUCCHI R. A., ALVES S. B.; VENDRAMIM J. D.; MARCHINI, L. C. LOPES, J. R. S., OMOTO, C. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

HENDERSON, C. F.; TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 48, n. 2, p. 157-161, 1955.

HOY, M. A. **Agricultural Acarology - Introduction to Integrated Mite Management.** Gainesville: CRC Press, 2011. 410 p.

LAWSON-BALAGBO, L. M., GONDIM Jr, M. G. C.; MORAES, G. J. de; HANA, R.; SCHAUSBERGER, P. Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 98, p. 83-96, 2008.

MARTINS, A. B. G. Cultura da lichia. In: DONADIO, L. C.; MARTINS, A. B. G.; VALENTE, J. P. (Eds.). **Fruticultura tropical**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 113-126.

MARTINS, A. B. G.; BASTOS, D. C.; SCALOPPI JUNIOR, E. J. **Lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 48 p. (Frutas potenciais).

MINEIRO, J. L. C.; RAGA, A. Ocorrência de ácaros (Arachnida: Acari) em plantas de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) (Sapindaceae) no Estado de São Paulo. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 16., 2003. **Anais...** São Paulo: Instituto Biológico, p.1-4, 2003.

NISHIDA, T; HOLDAWAY, F. G. **The erinose mite of lychee**. Honolulu: Hawaii Agricultural Experiment Station, 1955. 12 p. (Circular 48).

PICOLI, P. R. F. ***Aceria litchii* (Keifer) em lichia: ocorrência sazonal, danos provocados e identificação de possíveis agentes de controle biológico**. 2010. 75 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de produção) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2010.

PICOLI, P. R. F.; VIEIRA, M. R.; SILVA, E. A.; MOTA, M. S. O. Ácaros predadores associados ao ácaro-da-erinose da lichia. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 45, n. 11, p. 1246-1252, 2010.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 05 out. 2012.

RAGA, A.; MINEIRO, J. L. C.; SATO, M. E.; MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Primeiro relato de *Aceria litchii* (Keifer) (Prostigmata: Eriophyidae) em plantas de lichia no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 32, p. 628-629, 2010.

REIS, P. R.; SOUSA, E. O.; ALVES, E. B. Seletividade de produtos fitossanitários ao ácaro predador *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, p. 350-355, 1999.

SHARMA, D. D.; THAKUR, A. P. Bioefficacy of eight pesticides against litchi erineum mite (*Aceria litchii*) and its predators. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 62, n. 3, p. 240-242, 1992.

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

WAITE, G. K.; HWANG, J. S. Pests of litchi and longan. In: PEÑA, J. E., SHARP, J. L., WYSOKI, M. (Eds.). **Tropical fruit pests and Pollinators: biology economic importance, natural enemies and control**. Wallingford: CABI, 2002. p. 331-359.