



SELEÇÃO DE ÁCAROS PREDADORES DO GÊNERO *Euseius* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) COM ALTA CAPACIDADE DE PREDACÃO DE *Brevipalpus yothersi* BAKER (ACARI: TENUIPALPIDAE) E RESISTÊNCIA A ACARICIDAS

PATRÍCIA MAGNABOSCHI HESKETH

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

SÃO PAULO
2022

**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO
PAULO**
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO BIOLÓGICO
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE, SEGURANÇA ALIMENTAR
E AMBIENTAL NO AGRONEGÓCIO**

SELEÇÃO DE ÁCAROS PREDADORES DO GÊNERO *Euseius* (ACARI:
PHYTOSEIIDAE) COM ALTA CAPACIDADE DE PREDÇÃO DE *Brevipalpus yothersi*
BAKER (ACARI: TENUIPALPIDAE) E RESISTÊNCIA A ACARICIDAS

PATRICIA MAGNABOSCHI HESKETH

Dissertação apresentada para a obtenção do título
de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e
Ambiental no Agronegócio. Área de concentração:
Segurança Alimentar e Sanidade no
Agroecossistema.

SÃO PAULO
2022

PATRICIA MAGNABOSCHI HESKETH

SELEÇÃO DE ÁCAROS PREDADORES DO GÊNERO *Euseius* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) COM ALTA CAPACIDADE DE PREDUÇÃO DE *Brevipalpus yothersi* BAKER (ACARI: TENUIPALPIDAE) E RESISTÊNCIA A ACARICIDAS

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Orientador:
Professor Dr. Mário Eidi Sato

SÃO PAULO
2022

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Patrícia Magnaboschi Hesketh

Título: Seleção de ácaros predadores do gênero *Euseius* (Acari: Phytoseiidae) com alta capacidade de predação de *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) e resistência a acaricidas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovado em: 30 / 06 / 2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Mário Eidi Sato

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: Aprovado

Assinatura:



Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade

Instituição: FCAV UNESP / Jaboticabal

Julgamento: Aprovado

Assinatura:



Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: Aprovado

Assinatura:



Às minhas filhas Leticia Keiko e Sofia Maya, que o
terão como exemplo de empenho e perseverança
diante das dificuldades.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Mário Eidi Sato, pela orientação, conhecimento, amizade e todo apoio e auxílio na realização deste trabalho.

Ao Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, pelo auxílio na identificação dos ácaros.

À Dra. Maria Cristina de Queiroz, pelos ensinamentos e auxílio nos testes toxicológicos.

Ao Dr. Daniel Júnior de Andrade e ao Matheus Cardoso de Castro UNESP / Jaboticabal pelo auxílio na coleta dos ácaros predadores resistentes em campo comercial.

Aos meus pais pela colaboração nas coletas dos ácaros predadores suscetíveis na cidade de Bofete e mobilização da vizinhança com a finalidade da aquisição de material para os estudos.

Ao Instituto Biológico do Estado de São Paulo, pela oportunidade concedida para realização do curso de pós-graduação e condução deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro à pesquisa (Processos: 2017/50334-3; 2019/25078-9).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À CAPES pela bolsa de mestrado concedida.

“Mesmo quando tudo parece desabar, cabe a mim decidir entre rir ou chorar, ir ou ficar, desistir ou lutar; porque descobri, no caminho incerto da vida, que o mais importante é o decidir.”

(Cora Coralina)

RESUMO

HESKETH, Patrícia Magnaboschi. **Seleção de ácaros predadores do gênero *Euseius* (Acari: Phytoseiidae) com alta capacidade de predação de *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) e resistência a acaricidas.** 2022. 51 f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) - Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2022.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de citros, sendo o maior fornecedor de suco de laranja do mundo. Um dos principais problemas fitossanitários da cultura é a leprose dos citros, causada por CiLV-C transmitida por ácaros da espécie *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae). Os ácaros predadores das espécies *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e *Euseius concordis* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) são importantes inimigos naturais do ácaro-da-leprose, *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae), nos pomares cítricos do estado de São Paulo. O objetivo geral deste trabalho foi selecionar ácaros predadores fitoseídeos resistentes a diferentes grupos de agroquímicos e com alta capacidade de predação de *B. yothersi*, para uso em programas de manejo integrado de pragas em citros no Brasil. Os objetivos específicos foram: 1) Avaliar a suscetibilidade de diferentes populações de *E. concordis* e *E. citrifolius*, procedentes de pomares cítricos do estado de São Paulo, aos acaricidas abamectina, fenpropatrina e clorfenapir; 2) Caracterizar a resistência dos ácaros predadores ao acaricida abamectina, incluindo estudos sobre resistência cruzada e mecanismos bioquímicos associados à resistência; 3) Selecionar pelo menos uma linhagem de ácaro predador com elevada resistência a pesticidas e boa capacidade de predação de *B. yothersi*, para ser utilizada em programas de manejo integrado de pragas em citros no Brasil. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico, em Campinas, SP. Foram observadas diferenças significativas na suscetibilidade a acaricidas entre populações de *E. citrifolius* procedentes de pomares cítricos paulistas com diferentes frequências de aplicação de acaricidas. Foram observadas razões de resistência ($CL_{50R} \div CL_{50S}$) de 15,5 e 3,1 (vezes) para abamectina e clorfenapir, respectivamente, comparando-se populações do ácaro predador coletadas nos municípios de Taquaral (R) e Bofete (S). Estudos em laboratório, utilizando o sinergista butóxido de piperonila (PBO) indicaram o envolvimento de monooxigenases dependentes do citocromo P450 na resistência de *E. citrifolius* a abamectina. As populações de *E. concordis* e *E. citrifolius* coletadas em Taquaral, SP, mostraram-se resistentes a fenpropatrina, com sobrevivência de pelo menos 50% dos ácaros, mesmo para concentrações 95 vezes acima da concentração recomendada do acaricida para uso em citros no Brasil. A população de *E. citrifolius* de Taquaral (resistente a acaricidas) apresentou elevada capacidade de predação de larvas de *B. yothersi*, sendo que, cada fêmea adulta do predador consumiu até 49,4 larvas do ácaro-praga por dia.

PALAVRAS-CHAVE: Citricultura, ácaro-da-leprose, controle biológico, controle químico.

ABSTRACT

HESKETH, Patrícia Magnaboschi. **Selection of predatory mites of the genus *Euseius* (Acari: Phytoseiidae) with high predation capacity of *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) and resistance to acaricides.** 2022. 51 f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2022.

Brazil is one of the largest citrus producers in the world, being the largest supplier of orange juice in the world. One of the main phytosanitary problems of the crop is citrus leprosis, caused by CiLV-C transmitted by mites of the species *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae). The predatory mites of the species *Euseius citrifolius* Denmark & Muma and *Euseius concordis* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) are important natural enemies of the leprosis mite, *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae), in citrus orchards in the state of São Paulo. The general objective of this work was to select phytoseiid predatory mites resistant to different groups of agrochemicals and with high predation capacity of *B. yothersi*, for use in integrated pest management programs in citrus in Brazil. The specific objectives were: 1) To evaluate the susceptibility of different populations of *E. concordis* and *E. citrifolius*, from citrus orchards in the state of São Paulo, to the acaricides abamectin, fenpropathrin and chlorfenapyr; 2) To characterize the resistance of predatory mites to the acaricide abamectin, including studies on cross-resistance and biochemical mechanisms associated with resistance; 3) Select at least one predatory mite strain with high resistance to pesticides and good ability to prey on *B. yothersi*, to be used in integrated citrus pest management programs in Brazil. The experiments were carried out at the Laboratory of Acarology of Instituto Biológico, in Campinas City, State of São Paulo. Significant differences in susceptibility to acaricides were observed between populations of *E. citrifolius* from citrus orchards in the State of São Paulo (SP) with different frequencies of acaricide application. Resistance ratios ($LC_{50R} \div LC_{50S}$) of 15.5 and 3.1 (folds) were observed for abamectin and chlorfenapyr, respectively, comparing populations of the predatory mites collected in the municipalities of Taquaral (R) and Bofete (S). Laboratory studies using the synergist piperonyl butoxide (PBO) indicated the involvement of cytochrome P450-dependent monooxygenases in *E. citrifolius* resistance to abamectin. The populations of *E. concordis* and *E. citrifolius* collected in Taquaral, SP, proved to be resistant to fenpropathrin, with at least 50% survival of the mites, even at concentrations 95 times above the recommended concentration of the acaricide for use on citrus in Brazil. The population of *E. citrifolius* from Taquaral (resistant to acaricides) showed a high predation capacity of *B. yothersi* larvae, and each adult female of the predator consumed up to 49.4 larvae of the pest mite per day.

KEYWORDS: Citriculture, leprosis mite, biological control, chemical control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fórmula estrutural da abamectina (Fonte: ANVISA).....	24
Figura 2. Fórmula estrutural da fenpropatrina (Fonte: ANVISA).....	25
Figura 3. Fórmula estrutural do clorfenapir (Fonte: ANVISA).....	25
Figura 4. Coleta de ácaros predadores no sítio Gordura em Taquaral-SP.....	27
Figura 5. Testes de toxicidade com <i>Euseius citrifolius</i> (Acari: Phytoseiidae). A. Pulverização das arenas em torre de Potter. B. Arenas de folha de citros após a pulverização e secagem colocando um pouco de pólen de taboa como fonte de alimento.....	29
Figura 6. Arenas de folha de citros utilizadas nos testes de predação com <i>Euseius citrifolius</i> (Acari: Phytoseiidae), oferecendo-se diferentes fases de desenvolvimento de <i>Brevipalpus yothersi</i> (Acari: Tenuipalpidae) como presa.....	31
Figura 7. Teste de predação em arena de folha de citros. A. Fêmea adulta de <i>Euseius citrifolius</i> (circulado em vermelho) altera sua coloração de amarelo translúcido para vermelho amarronzado após predação de larvas de <i>Brevipalpus yothersi</i> . Circulado em amarelo larvas já predadas e circulado em azul ovo do ácaro predador. B. Em destaque fêmea adulta de <i>E. citrifolius</i> predando larva de <i>B. yothersi</i> , e circulado em amarelo uma larva viva de <i>B. yothersi</i>	37
Figura 8. Predação de larvas de <i>Brevipalpus yothersi</i> por fêmea adulta de <i>Euseius citrifolius</i> em arena de folha de citros em 24 horas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$	37
Figura 9. Oviposição por fêmea adulta de <i>Euseius citrifolius</i> quando alimentada com larvas de <i>Brevipalpus yothersi</i> em arena de folha de citros em 24 horas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$	39

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Testes de toxicidade com fêmeas adultas de *Euseius citrifolius* e *Euseius concordis* de populações resistentes (coletadas de *Citrus sinensis* em Taquaral, SP) e suscetíveis (coletadas de *C. sinensis* em Bofete, SP): Número total de ácaros utilizados nos testes toxicológicos (n); concentração letal média (CL₅₀ em mg de i.a./L ou ppm) e intervalo de confiança (I.C.) a 95%, coeficiente angular e erro padrão da média (EPM); Qui-quadrado (χ^2); graus de liberdade (g.l.) e razão de resistência (RR*)..... 33
- Tabela 2. Efeito de abamectina com ou sem sinergista, em populações de *Euseius citrifolius* resistente a abamectina e suscetível a acaricidas. Número total de ácaros utilizados para a obtenção das curvas de concentração-mortalidade (n); estimativa da CL₅₀ (mg i.a./L ou ppm) e intervalo de confiança (I.C.) a 95%; coeficiente angular e erro padrão da média (EP); Qui-quadrado (χ^2); grau de liberdade (g.l.); razão de sinergismo (RS) e razão de resistência (RR)..... 35
- Tabela 3. Predação de ovos, larvas e adultos de *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) por fêmeas adultas de *Euseius citrifolius* (Acari: Tenuipalpidae) em arenas de folha de citros a 25 ± 2°C..... 36

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	iv
1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1 Geral	9
2.2 Específicos	9
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1 História e aspectos gerais da citricultura no Brasil	10
3.1.1 Aplicações de pesticidas para controle de pragas.....	11
3.2 <i>Brevipalpus</i> spp. e a leprose dos citros (LC)	12
3.2.1 Aspectos bioecológicos <i>Brevipalpus</i> spp	15
3.3 Ácaros predadores que ocorrem em citros	16
3.4 <i>Euseius citrifolius</i>	17
3.4.1 Ocorrência	17
3.4.2 Aspectos bioecológicos	17
3.5 <i>Euseius concordis</i>	19
3.5.1 Ocorrência	19
3.5.2 Aspectos bioecológicos	20
3.5.2.1 Predação de ácaro-da-leprose e outras espécies de ácaros fitófagos	20
3.6 Controle químico de ácaros e resistência a acaricidas	21
3.6.1 Indicação de uso e modo de ação de acaricidas	21
3.6.1.1 Abamectina	21
3.6.1.2 Fenpropratrina	24
3.6.1.3 Clorfenapir	25
3.6.2 Mecanismos de resistência a acaricidas	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1 Origem dos ácaros utilizados nos experimentos	28
4.1.1 <i>Brevipalpus yothersi</i>	28
4.1.2 <i>Euseius concordis</i> e <i>Euseius citrifolius</i>	28
4.2 Criação dos ácaros	30
4.2.1 <i>Euseius concordis</i> e <i>Euseius citrifolius</i>	30

4.2.2 <i>Brevipalpus yothersi</i>	30
4.3 Testes de toxicidade com ácaros predadores	30
4.3.1 Obtenção das curvas de concentração-mortalidade	30
4.4 Resistência cruzada	32
4.5 Caracterização bioquímica da resistência a acaricidas	32
4.5.1 Estudos com sinergistas	32
4.6 Capacidade de predação e oviposição de <i>E. citrifolius</i> sobre <i>B. yothersi</i>	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 Testes de toxicidade com ácaros predadores	34
5.2 Resistência cruzada	36
5.3 Caracterização bioquímica da resistência a acaricidas	36
5.3.1 Estudos com sinergistas	36
5.4 Capacidade de predação de <i>Euseius citrifolius</i> sobre <i>Brevipalpus yothersi</i>	38
5.5 Taxa de oviposição de <i>E. citrifolius</i> sobre a predação de <i>B. yothersi</i>	41
6. CONCLUSÕES	42
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de laranja doce do mundo. Com quase 197,7 milhões de pés de laranjeira doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), o cinturão citrícola São Paulo (SP), Minas Gerais (MG) é a maior área de cultivo de citros da América do Sul e responde por mais de 80% da produção brasileira de laranja doce (BASSANEZI et al., 2019). Segundo o presidente da Comissão Nacional de Fruticultura, da CNA, Antônio Marcos Ribeiro do Prado (2016), a atividade gera um Produto Interno Bruto (PIB) de aproximadamente US\$ 9 bilhões em todos os elos da sua cadeia produtiva e mais de 250 mil empregos diretos e indiretos (SENAR). A expansão da cultura de citros no Brasil tem acarretado diversos problemas na área de produção, em especial no quesito de pragas e doenças.

Dentro deste contexto, o ácaro-da-leprose dos citros [*Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae)] é considerado uma praga de grande importância, devido à transmissão e propagação da leprose dos citros, uma das principais doenças da citricultura brasileira devido ao seu potencial de causar perdas de produção e reduzir a vida útil das árvores. As lesões da doença causam depreciação e queda prematura dos frutos, redução da fotossíntese, queda de folhas e seca de ramos, comprometendo tanto a produção atual quanto as futuras (BASTIANEL et al., 2010; TASSI et al., 2017; BASSANEZI, 2019).

A leprose é causada, principalmente, pelo vírus *Citrus leprosis virus* do tipo citoplasmático (CiLV-C) (RODRIGUES et al., 2003; RAMOS-GONZÁLES et al., 2016, 2017, 2018) e afeta mais laranjeiras doces; as tangerinas são afetadas com menos intensidade nas quais os sintomas em frutos são raros. Limões, limas ácidas e tangor Murcott são resistentes (BASSANEZI, 2019). A produtividade dos pomares de citros pode ser impactada pela doença da leprose dos citros (LC), classificada em primeiro lugar entre as doenças virais que afetam essa cultura no Brasil (RAMOS-GONZÁLES et al., 2018).

O controle químico do ácaro-vetor é praticamente o único método utilizado no manejo da leprose dos citros (BASTIANEL et al., 2010; MIRANDA et al., 2017). Segundo o Fundecitrus (BASSANEZI, 2019), os custos com a aplicação de acaricidas para o controle da leprose representam cerca de 5% do total gasto com tratamentos fitossanitários em um pomar em produção.

O uso intensivo e contínuo de produtos químicos nos pomares cítricos, podem aumentar a níveis críticos a frequência de resistência das pragas, comprometendo a eficácia dos produtos no campo; porém as aplicações tendem a ser mais frequentes, muitas vezes com

doses acima da recomendada, ou em mistura de produtos, para um controle satisfatório das pragas. Entre as consequências da evolução da resistência de pragas aos defensivos agrícolas, há o aumento no custo de produção, além da maior mortalidade de inimigos naturais de pragas e a maior contaminação do ambiente (OMOTO, 2004; CASARIN, 2010; BASSANEZI, 2018).

Por tanto, é fundamental a implementação de estratégias de manejo de pragas na cultura de citros, além da crescente demanda para uma produção agrícola mais sustentável, com menor uso de pesticidas, a adoção dessas estratégias torna-se necessárias visando à preservação dos inimigos naturais existentes e a identificação de novas espécies ou linhagens mais efetivas, para uso em programas de controle biológico de pragas (WYCKHUYS et al., 2013).

Os ácaros predadores, quando abundantes na cultura, podem manter a população de ácaros fitófagos em níveis que não causem prejuízos econômicos, por um longo período após o tratamento químico, exigindo assim menor número de aplicações, reduzindo a pressão de seleção e, conseqüentemente, retardando o desenvolvimento da resistência dos ácaros-praga (SATO, 2005). Entre os ácaros predadores de maior importância nos pomares cítricos do estado de São Paulo, estão as espécies *Euseius concordis* (Chant), *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma e *Euseius citrifolius* Denmark & Muma, 1970, (MORAES et al., 1986; SATO et al., 1994; RAGA et al., 1996).

Um controle biológico efetivo pode resultar em uma redução significativa no nível de incidência da leprose dos citros, uma vez que o agente causador (CiLV-C) não é sistêmica na planta (BASSANEZI, 2019) a redução numérica da população do ácaro transmissor pode levar à diminuição nos danos causados à cultura por essa doença (MORAES; SÁ, 1995). Os ácaros predadores, de diferentes espécies, também podem ser úteis para a redução na densidade populacional de diversas outras espécies de ácaros e insetos-praga, incluindo, diversas espécies de cochonilhas, mosca-negra e psílídeos transmissores do Huanglongbing HLB (Van HOUTEN et al., 2008; XU e ZHANG, 2015). O uso de populações de ácaros predadores resistentes a inseticidas e acaricidas poderia favorecer o manejo da leprose em citros, minimizando o impacto causado pelos produtos fitossanitários (utilizados para o controle de outras pragas em citros), sobre esses inimigos naturais do ácaro-vetor.

2. OBJETIVOS

Geral

Selecionar ácaros predadores fitoseídeos resistentes a diferentes grupos de agroquímicos e com alta capacidade de predação de *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae), para uso em programas de manejo integrado de pragas em citros no Brasil.

Específicos

- 1) Avaliar a suscetibilidade de diferentes populações de *E. concordis* e *E. citrifolius*, procedentes de pomares cítricos do estado de São Paulo, aos acaricidas abamectina, fenpropatrina e clorfenapir.
- 2) Caracterizar a resistência dos ácaros predadores ao acaricida abamectina, incluindo estudos sobre resistência cruzada e mecanismos bioquímicos associados à resistência.
- 3) Selecionar pelo menos uma linhagem de ácaro predador com elevada resistência a pesticidas e boa capacidade de predação de *B. yothersi*, para ser utilizada em programas de manejo integrado de pragas em citros no Brasil.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 História e aspectos gerais da citricultura no Brasil

O cultivo da laranja foi introduzido no Brasil ainda no período colonial, entre 1520 e 1540. Quando os portugueses trouxeram plantas cítricas, que tinham como objetivo criar um abastecimento de vitamina C, que era utilizada para prevenção do escorbuto, doença que vitimavam as tripulações no período do descobrimento. Houve uma rápida adaptação e essa adaptação produziu uma variedade particular, reconhecida internacionalmente: a laranja Bahia, baiana ou de umbigo, que teria surgido por volta de 1800, em uma árvore de laranja seleta, num pomar do Bairro da Cabula, em Salvador. Foi a partir a laranja baiana e de sua propagação através de mudas enxertadas que a citricultura se tornou um ramo da agricultura brasileira. No início assumia apenas um caráter doméstico, sendo cultivada somente em quintais urbanos e em fazendas para consumo familiar (HASSE, 1987).

A produção foi aumentando até que em 1911 ocorreu a primeira exportação de laranja para a Argentina. Em 1939, ocorreu um marco da citricultura brasileira, as exportações de laranjas atingiram um recorde e 197 mil toneladas. Porém dois fatores causaram, praticamente, a destruição da citricultura brasileira, que foram o início da II Guerra Mundial e a disseminação da doença “tristeza” nos pomares. No final dos anos 40 e início dos anos 50, ocorre o fim da guerra, restabelecendo o mercado Europeu e conseqüentemente as exportações brasileiras, e o controle da “tristeza”, que foi solucionada com a utilização do porta-enxerto limão-cravo, que é resistente à doença, assim surge uma discreta moda citrícola no interior paulista, surgindo novos centros produtores mais dinâmicos e produtivos. Apesar da recuperação dos pomares e da retomada da produção e exportação, na década de 50 houve a ocorrência da bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, agente causal do cancro cítrico. Originária da Ásia, essa bactéria causadora de lesões nos frutos, folhas e ramos entrou no Brasil por meio de mudas trazidas clandestinamente do Japão (HASSE, 1987).

Então, somente a partir do início de 1960 que o país iniciou seu avanço rumo à liderança mundial na produção dessa fruta; pois deixa de ser basicamente fornecedor do mercado interno e externo de laranja “in natura” para se tornar um grande exportador de suco de laranja concentrado e congelado, uma posição que mantém desde meados dos anos 1980 (HASSE, 1987).

Atualmente a citricultura representa uma atividade de importância mundial, e seus principais produtores são Brasil, China, Estados Unidos, México, e alguns países Europeus. Sendo o Brasil o maior produtor de laranja doce, responsável por mais de três quartos das exportações de suco de laranja (USDA-FAS, 2019). Segundo Pesquisa de Estimativa de Safra (PES) do Fundecitrus, o fechamento da safra de laranja 2019/2020 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro, publicado em 09 de abril de 2020 pelo Fundecitrus, foi de 386,79 milhões de caixas de 40,8 kg. A safra foi 35,3% maior em comparação à safra anterior (2018/2019), quando foram produzidas 285,98 milhões de caixas, o que evidencia o ciclo bienal de produção das laranjeiras, ou seja, safras maiores alternadas com safras menores.

3.1.1 Aplicações de pesticidas para controle de pragas

Embora competitiva, a citricultura brasileira é bastante vulnerável, em função da estreita base genética e da constante ameaça de pragas e doenças que, agindo em conjunto ou isoladamente, podem, em determinadas circunstâncias, tornarem-se fatores limitantes a produção de citros (RODRIGUES, 2000).

Segundo o Fundecitrus, as estimativas de perdas ocasionadas por doenças e pragas em citros são de 46,32 milhões de caixas, o que correspondeu a 13,5% da taxa de queda (safra 2018/19). Dentre as pragas de importância econômica para a citricultura, o ácaro-da-leprose (*B. yothersi*) é apontado como uma das principais, por ser responsável pela transmissão do *Citrus leprosis virus* (CiLV). Na safra 2021/2022, a doença foi a quarta responsável pela queda prematura de frutos, com 2,83%, o que correspondeu a 9,5 milhões de caixas perdidas por conta do aumento da doença (PES).

A principal prática adotada pelos citricultores para o controle do ácaro-da-leprose e, conseqüentemente da doença, ainda tem sido a pulverização das plantas com acaricidas químicos (MIRANDA et al., 2017). Os gastos com o controle da leprose dos citros chega a US\$ 54 milhões por ano, valor que representa cerca de 5% do custo de manejo dos pomares no principal cinturão citrícola brasileiro (BASSANEZI et al., 2019).

Entretanto, estes custos podem ser maiores se forem considerados os custos das operações de aplicação de acaricidas e de podas (BASSANEZI et al., 2019). Um dos problemas causados por essas frequentes aplicações é o desenvolvimento da resistência desse ácaro a alguns acaricidas utilizados na cultura e o efeito dos inseticidas sobre os inimigos

naturais (OMOTO et al., 2000; CASARIN, 2010; BASSANEZI, 2018).

O efeito hormese, é bastante relatado na literatura, causado pela aplicação de subdoses de inseticidas, principalmente piretroides e neonicotinoides, estimulando a reprodução (aumento da postura e viabilidade de ovos) ou diminuindo a mortalidade de ácaros-praga em diversas culturas, já constatado para espécies da família Tetranychidae (BARATI; HEJAZI, 2015, SZCZEPANIEC; RAUPP, 2012).

Amaral (2016) relatou um aumento de postura do ácaro-da-leprose quando em contato residual com espiroclorfenol. Nos pomares cítricos, acredita-se que este efeito hormese possa estar ocorrendo devido às aplicações sucessivas de inseticidas para o controle do psilídeo dos citros (*Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) (BASSANEZI et al., 2019). No caso do psilídeo, o controle é realizado assim que o inseto é detectado no pomar cítrico, podendo ser feito com inseticidas sistêmicos, principalmente em pomares em formação, e com inseticidas de contato durante todas as fases de desenvolvimento dos citros (BELASQUE JUNIOR et al., 2010). Os inseticidas usualmente empregados no Brasil pertencem aos grupos químicos dos carbamatos, organofosforados, piretroides, éter difenílico, neonicotinoides, éter piridil-oxipropílico e tiadiazinona (MASCHIO, 2011).

As doses dos inseticidas usados para o controle do psilídeo causam baixa mortalidade no ácaro-da-leprose e podem estimular sua oviposição, aumentar a viabilidade dos ovos ou a longevidade dos adultos, o que resultaria no aumento da velocidade de reinfestação do pomar, após a aplicação de acaricidas (BASSANEZI, 2019).

3.2 *Brevipalpus* spp. e a leprose dos citros (LC)

O gênero *Brevipalpus* agrupa quase 300 espécies válidas (CASTRO et al., 2020) de fitófagos obrigatórios, polípagos e ácaros vermelho-acastanhados, que são distribuídos em todo o subtropical e equatoriais do mundo. Devido ao idiossoma achatado dorso-ventralmente na maioria de seus representantes, são popularmente denominados de "ácaros planos". Algumas espécies de *Brevipalpus* são notórias por abrigar o simbionte *Cardinium* e ser o único organismo dentro do Metazoa que existe como estado haploide feminino (WEEKS et al. 2001) e têm capacidade de transmitir vírus de plantas para culturas importantes como café, maracujá, cítricos, orquídeas e outras plantas ornamentais (CHILDERS et al., 2011).

Dentre o gênero *Brevipalpus*, destaca-se *Brevipalpus yothersi* Baker como o principal vetor da leprose dos citros (LC) no Brasil (BASSANEZI et al., 2019). Porém, até 2015,

Brevipalpus phoenicis (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) era considerado o único vetor do vírus da leprose dos citros no Brasil, enquanto que, *Brevipalpus californicus* Banks e *Brevipalpus obovatus* Donnadieu eram considerados o vetor desse patógeno nos EUA e Argentina, respectivamente (BASTIANEL et al., 2010). O exame de um grande número de amostras de ácaros, previamente determinados como *B. phoenicis*, de diferentes países, levou Beard et al. (2015) a concluir que eles correspondiam, na verdade, a um complexo de espécies, que incluía pelo menos sete espécies. Com base nesse estudo, Mineiro et al. (2015) concluíram que as espécies predominantes em pomares de citros do estado de São Paulo eram *Brevipalpus yothersi* e *B. papayensis*, com destaque para o primeiro, nas áreas de produção comercial de citros. Essa predominância de *B. yothersi* nos pomares comerciais de citros está provavelmente associada à sua maior tolerância aos inseticidas e acaricidas utilizados nos pomares, em relação às outras espécies de *Brevipalpus* (SALVADOR, 2015; AMARAL et al., 2018). A maior variabilidade genética das populações brasileiras de *B. yothersi*, em comparação com as populações coletadas em outros países, sugere que esta espécie se originou no Brasil. Um dos fatores associados à maior variabilidade genética pode ser o manejo adotado em citros (SALINAS-VARGAS et al., 2016).

A leprose dos citros (LC) é uma doença viral, não sistêmica, destrutiva dos citros, especialmente da laranja doce (*Citrus sinensis* Osbeck) e atualmente restrita aos continentes americanos entre o México e Argentina. A doença é caracterizada pelo aparecimento de lesões localizadas nas folhas, frutos e caules. Em casos graves, causa queda significativa de frutos e pode levar à morte. Existem pelo menos quatro vírus diferentes que induzem sintomas semelhantes aos da lepra e são associados a ácaros *Brevipalpus* (Acari: Tenuipalpidae) (RODRIGUES et al. 2003; ROY et al. 2013, 2015). Eles são divididos em dois grupos: os tipos citoplasmáticos e os nucleares, depende de local onde eles se acumulam nas células infectadas. Dois deles ocorrem no Brasil: o citoplasmático *Citrus leprosis virus C* (CiLV-C) é o tipo prevalente e mais agressivo e o tipo nuclear que é raro e aparentemente restrito a condições de temperatura mais moderadas (RODRIGUES et al. 2003; BASTIANEL et al. 2010; KITAJIMA et al. 2014; RAMOS-GONZÁLES et al., 2017).

Citrus leprosis virus C é a espécie tipo do gênero *Cilevirus*, família Kitaviridae (LOCALI-FABRIS et al., 2006, 2012; FREITAS-ASTÚA et al., 2018). O CiLV-C não infecta sistemicamente suas plantas hospedeiras, apenas causa lesões cloróticas e/ou necróticas locais em folhas, frutos e galhos, que podem resultar de uma interação incompatível liderada por uma resposta do tipo hipersensibilidade (ARENA et al. al., 2020). Além dos cilevírus, a

família também inclui membros dos gêneros Higrevirus e Blunervirus (MELZER et al., 2013; QUITO-AVILA et al., 2021). Apesar do caráter multietiológico da LC, o *Citrus leprosis virus C* (CiLV-C) é, de longe, o agente causal prevalente no Brasil (RAMOS-GONZÁLES et al., 2016, 2017, 2018; CHABI-JESUS et al., 2021; FREITAS-ASTÚA et al., 2018). Por isso o CiLV-C tem recebido mais atenção, devido à sua prevalência e importância. Todo o seu genoma foi sequenciado e demonstrou uma organização distinta e o *Brevipalpus yothersi* é considerado o principal vetor para CiLV-C e a espécie mais comum em pomares de citros no Brasil (ANDRADE et al. 2018; BASSANEZI et al. 2019; CHABI-JESUS et al. 2021).

Todas as fases da vida ativa de *B. yothersi* podem transmitir o cilevírus CiLV-C, mas não ocorre passagem transovariana (CHIAVEGATO, 1995; TASSI et al., 2017). Aquisição de CiLV-C e os períodos de acesso à inoculação por *B. yothersi* são 4 e 2 h, respectivamente, com período latente de 7 h (TASSI et al., 2017). Uma vez adquirido o vírus, *B. yothersi* permanece virulífero por pelo menos 20 dias (TASSI et al., 2022).

As novas gerações do ácaro tornam-se virulíferas ao se alimentarem nas áreas com lesões (CiLV-C) já existentes, que servem como fonte de inóculo (OLIVEIRA, 1995; RODRIGUES, 2000; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2005). A LC afeta todas as regiões produtoras de citros do Brasil, sendo mais grave nas regiões norte e noroeste do estado de São Paulo. Esse contraste pode ser atribuído às diferenças nos fatores climáticos prevaletes (BASSANEZI et al., 2002). Nos pomares localizados na região sul do estado, a incidência de leprose cítrica é reduzida, o que leva ao uso menos frequente de acaricidas pelos produtores, para o controle dos ácaros *Brevipalpus*. Isso pode gerar diferenças biológicas entre as populações, incluindo a eficiência na transmissão do vírus.

Estudos recentes indicam que o ancestral comum mais recente dos vírus das três linhagens datam de aproximadamente de no mínimo 1500 anos atrás. Desde que as plantas cítricas foram introduzidas pelos portugueses por volta do ano de 1520, a análise filodinâmica bayesiana sugeriu que os ancestrais das principais linhagens CiLV-C provavelmente se originaram em contato com a vegetação nativa da América do Sul. A intensa expansão das linhagens CRD e SJP no Brasil começou provavelmente ligada ao início da citricultura local. A alta prevalência de CiLV-C no cinturão cítrico do Brasil provavelmente decorre da intensa conectividade entre os pomares, o que representa um risco potencial para a saturação de patógenos em toda a região. (CHABI-JESUS et al, 2021).

O vírus infecta várias espécies do gênero *Citrus* e seus híbridos, embora com diferentes graus de severidade. Enquanto as laranjas doces apresentam alta suscetibilidade, as

tangerinas (*Citrus reshni* Hort., *Citrus reticulata* Blanco e *Citrus deliciosa* Tenore) são moderadamente resistentes, e os limões (*Citrus limon* L. Burmann f.) e limas (*Citrus aurantifolia* Swingle) são considerados resistentes (BASTINEL et al., 2010). O CiLV-C também infecta naturalmente trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) e limão swinglea (*Swinglea glutinosa* (Blanco)) e pode ser transmitido experimentalmente para plantas de 28 famílias (LEÓN et al., 2006; NUNES et al., 2012; GARITA et al., 2013; ARENA et al., 2020). A interação CiLV-C / *Brevipalpus* spp. ainda não foi totalmente caracterizada.

3.2.1 Aspectos bioecológicos *Brevipalpus* spp.

O ciclo biológico de *Brevipalpus* spp. é composto por quatro estágios ativos (larva, protoninfa, deutoninfa e adulto) e quatro imóveis (ovo, protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida) (CHILDERS et al., 2001). A duração de cada fase é extremamente variável, dependendo principalmente das condições ambientais, como temperatura e umidade, e da planta hospedeira (CHIAVEGATO; MISCHAN, 1987), oscilando entre 14 e 43 dias (CHILDERS et al., 2003).

No laboratório, foi observada uma média de duração de cada fase, para *B. yothersi* em criação em laranja a temperatura de 25 °C, de sete dias para eclosão da larva, 3 dias para protoninfa, 4 dias para deutoninfa e 18 dias para fase adulta, totalizando 29 dias de vida (SALVADOR, 2015). Ovos de *Brevipalpus* geralmente são elípticos e de coloração alaranjada, medindo aproximadamente 0,084mm de comprimento e 0,06mm de diâmetro (RODRIGUES; MACHADO, 1999). Possuem uma substância viscosa que dificulta sua remoção e os protegem contra danos físicos, facilitando sua adesão ao substrato (JEPPSON et al., 1975). Ao final da fase de ovo, eclode a larva que apresenta coloração vermelho brilhante. Em sequência, iniciam-se os estágios de ninfa que dão origem aos adultos. Nas populações de campo, é possível visualizar tanto fêmeas quanto machos, embora este último seja bastante raro (LAL, 1978; FLECHTMANN, 1985). A reprodução de ácaros *Brevipalpus*, em sua maioria, ocorre por partenogênese telítoca, na qual fêmeas não fecundadas dão origem a fêmeas (LAL, 1978). O ácaro ocorre o ano todo nos pomares, com picos populacionais em épocas de menor precipitação pluviométrica (LARANJEIRA, et al., 2015). No caso do estado de São Paulo, a maior incidência está entre os meses de maio a agosto (OLIVEIRA, 1986). O nível populacional deste ácaro aumenta conforme os frutos se desenvolvem (RODRIGUES et al., 2003).

3.3 Ácaros predadores que ocorrem em citros

Dentre os inimigos naturais presentes em citros, aqueles pertencentes à família Phytoseiidae são considerados como os mais importantes, devido ao seu potencial como agente regulador de populações de ácaros fitófagos (McMURTRY et al., 1970; HELLE; SABELIS, 1985; McMURTRY; CROFT, 1997) e pequenos insetos, como moscas-branca e trips (Van HOUTEN et al., 1995). São mais de 2.250 espécies de fitoseídeos descritas mundialmente (MORAES et al., 2004), das quais aproximadamente 200 já foram observadas em citros (MORAES et al., 1983, 2004).

Dos fitoseídeos reportados para a cultura, mais de dez espécies são encontradas no Brasil (MORAES et al., 2004). Os ácaros fitoseídeos mais comuns em citros no Brasil são os das espécies *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, *Euseius concordis* (Chant) e *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (SATO et al., 1994; RAGA et al., 1996; REIS et al., 2000; ALBUQUERQUE, 2006). SATO et al. (1994) observaram a presença de seis espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae, em pomar de laranja, no município de Presidente Prudente, SP, sendo que as espécies de maior incidência foram *I. zuluagai*, *E. citrifolius* e *E. concordis*, representando, respectivamente, 47,3; 26,5 e 25,7% dos ácaros coletados. As demais espécies encontradas foram: *Amblyseius chiapensis* DeLeon, *Euseius alatus* DeLeon e *Typhlodromina camelliae* (Chant & Shaul), representando juntas menos de 1% do número total de ácaros amostrados. RAGA et al. (1996), estudando a distribuição de ácaros fitoseídeos em plantas de citros, observaram maior incidência dos ácaros predadores nas folhas localizadas nos terços médio e inferior da copa. A maior parte dos fitoseídeos (86,7%) foi encontrada em folhas com presença de teias de insetos da ordem Psocoptera, que serviam de abrigo para estes ácaros.

A família Stigmaeidae também apresenta espécies de ácaros predadores que se alimentam de ácaros-praga dos citros, podendo-se citar os do gênero *Agistemus*, vulgarmente chamado de “ácaro morango”, sendo frequentemente observado alimentando-se de ácaros da família Eriophyidae (GRAVENA, 1993). Ácaros da família Stigmaeidae são encontrados em várias culturas agrícolas de relevância econômica, incluindo citros (SANTOS; LAING, 1985; SEPASGOSARIAN, 1985). Algumas espécies são referidas como predadoras de ácaros fitófagos e cochonilhas (ZAHER; ELBADRY, 1961; RASMY, 1975; KRANTZ, 1978; MATIOLI, 2002; MINEIRO et al., 2008). Apesar de frequente, a família Stigmaeidae é pouco

estudada, pois são raras as informações sobre as espécies que ocorrem no Brasil (MATIOLI, 2002). Além dos ácaros das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae, diversos outros ácaros predadores podem ser encontrados nos pomares cítricos, entre os quais, podem ser citados os das famílias Ascidae, Tydeidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Bdellidae e Eupalopsellidae (CHIAVEGATO, 1991; MOREIRA, 1993).

3.4 *Euseius citrifolius*

Euseius citrifolius é um ácaro potencialmente útil no controle de ácaros fitófagos (GRAVENA, 2000), sendo comumente encontrado em citros (MOREIRA, 1993; SATO et al., 1994). Ele foi descrito primeiramente por Denmark e Muma (1970) citados por Moraes e McMurtry (1981) como *Amblyseius citrifolius* no Paraguai. No Brasil ele foi registrado por Moraes e McMurtry (1981) em citros no município de Tatuí, SP, em 1975.

3.4.1 Ocorrência

Moreira (1993), em Jaboticabal, SP, observou que *E. citrifolius* foi a segunda espécie de predador de maior ocorrência em pomar de laranja, com o maior nível populacional em abril, correspondendo a 8,1% dos fitoseídeos. Também em citros, Sato et al. (1994) em levantamento realizado no município de Presidente Prudente, SP, reportaram que *E. citrifolius* representou 26,5% do total dos ácaros predadores coletados. A maior incidência de espécies de *Euseius* foi constatada no período de outubro a janeiro.

3.4.2 Aspectos bioecológicos

O ciclo biológico de *E. citrifolius*, como de todos os fitoseídeos, apresenta as fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (PONTIER et al., 2000). Em cafeeiro, os indivíduos da família Phytoseiidae, inclusive *E. citrifolius*, podem abrigar-se sob teias tecidas por um inseto da ordem Psocoptera (Psocidae), que é comumente encontrado na página inferior das folhas. Esses predadores normalmente se reproduzem sob teias, mas é possível encontrar seus ovos, também em outras partes da folha que diferem daqueles postos por ácaros fitófagos e outros, devido ao seu tamanho maior (PALLINI FILHO et al., 1992). Apesar dessa condição de predadores generalistas (McMURTRY et al., 2013), os ácaros do

gênero *Euseius* têm se revelado como potenciais predadores de ácaros fitófagos. Gravena et al. (1994) avaliaram a predação de *E. citrifolius* sobre o ácaro-da-leprose em citros e observaram que o estágio adulto foi o menos atacado; os estágios de ovo e ninfas foram considerados intermediários e iguais estatisticamente, enquanto o estágio larval de *Brevipalpus* foi claramente o preferido e mais predado por larvas, ninfas e adultos de *E. citrifolius*. Moraes e McMurtry (1981) observaram que o período de desenvolvimento de ovo a adulto do predador, quando alimentando com ácaros *Tetranychus pacificus* McGregor, foi de 19,7; 7,7; 5,0 e 3,6 dias a 15, 20, 25 e 30°C, respectivamente. Nessas temperaturas, a fecundidade média foi de 31,3; 40,9; 49,7 e 41,3 ovos por fêmea, respectivamente.

Furtado e Moraes (1998) relataram um período de ovo a adulto de 6,1 dias a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, com o predador se alimentando de *Mononychellus tanajoa* (Bondar). Quando alimentado com pólen de mamona a $24 \pm 1^\circ\text{C}$, *E. citrifolius* teve um período de ovo a adulto de 5,7 dias, com viabilidade de 87,7%. Quando alimentado com o ácaro-da-leprose dos citros, a viabilidade foi de 97,6% para a fase de ovo e de 100% para as demais fases (MOREIRA, 1993). Moreira (1993) avaliou o ciclo de vida, a longevidade e os aspectos reprodutivos de *E. citrifolius* utilizando diferentes tipos de alimentos, e polén de taboa foi considerado o melhor alimento para a reprodução deste ácaro. As larvas alimentadas com *Brevipalpus* sp. passaram a exibir a coloração avermelhada dessa espécie. Feres e Nunes (2001) também observaram que quando o predador se alimenta da presa, passa a exibir coloração do ácaro-da-leprose (avermelhada), sendo que *E. citrifolius* apresenta normalmente coloração branca translúcida em vida.

Ácaros da família Phytoseiidae apresentam grande potencial como agentes de controle biológico de ácaros fitófagos. Os ácaros dessa família podem ser classificados em quatro tipos, sendo que o tipo I predadores especializados de diferentes grupos de ácaros, subdivididos em I-a especializados em predação *Tetranychus* (Tetranychidae), I-b predadores especializados em ácaros que produzem ninhos de teia (Tetranychidae), I-c predadores especializados em *tydeoids* (Tydeoidea); o tipo II, os predadores seletivos de ácaros tetraniquídeos, podendo se alimentar de outros grupos de artrópodes; o tipo III, predadores generalistas e o tipo IV, predadores generalistas e comedores de pólen. O tipo IV inclui o gênero *Euseius*. Eles possuem alta capacidade reprodutiva quando tem a alimentação suplementada com pólen, por isso o aumento populacional seguem os períodos de floração da cultura ou plantas adjacentes (McMURTRY et al., 2013). Independentemente da sua preferência por pólen, trabalhos têm demonstrado o seu potencial como predador de ácaros fitófagos e sua atividade predatória já foi avaliada para o ácaro-da-leprose dos citros,

Brevipalpus sp. (Tenuipalpidae) (GRAVENA et al., 1994), registrando uma efetiva predação com preferência pela fase larval da presa. O gênero *Euseius* engloba mais de 200 espécies descritas, encontradas principalmente em habitats arbóreos nos trópicos e subtropicais. Alguns generalistas preferem as partes lisas das plantas, mas usam as áreas pilosas de domácias para esconderijo e locais de oviposição, enquanto outros preferem folhas completamente cobertas com pelos. Predadores generalistas, pela possibilidade de uso de outros tipos de alimento, podem persistir no ambiente mesmo depois do controle da presa, enquanto os especialistas têm um rápido declínio (CROFT et al., 2004).

Furtado e Moraes (1998) avaliando a biologia de *E. citrifolius* sobre diferentes alimentos, com o objetivo de determinar a adequação do ácaro verde *Mononychellus tanajoa* (Bondar) como fonte alimentar para esse predador, observaram que, embora *M. tanajoa* não tenha sido o alimento preferido, o predador pôde se desenvolver e se reproduzir sobre essa presa, constituindo-se em uma espécie promissora para o uso no controle biológico de *M. tanajoa*. Quando alimentado com pólen de taboa (*Typha angustifolia*), *E. citrifolius* teve um período de ovo a adulto significativamente mais curto do que quando alimentado com *Tetranychus urticae* Koch e *M. tanajoa*.

3.5 *Euseius concordis*

Este ácaro foi descrito por Chant (1959) como *Typhlodromus (Amblyseius) concordis*, com base em uma fêmea coletada em *Citrus* sp. em Concórdia, Entre Rios, Argentina. Posteriormente, Chant e Baker (1965) se referiram a esta espécie como *Amblyseius concordis*, enquanto Moraes e Oliveira (1982) se referiram a ele como *Euseius concordis*, e consideraram *Euseius flechtmani* Denmark & Muma como seu sinônimo júnior.

3.5.1 Ocorrência

Moraes e Oliveira (1982) relataram a ocorrência de *E. concordis* registrada, pela primeira vez, na Argentina por Chant, 1959; Nicaragua El Salvador, por Chant e Baker, 1965 e no Paraguai por Denmark e Muma, 1970. No Brasil *E. concordis* foi registrado por Denmark e Muma, 1973, nas cidades de Agudos, Birigui, Piracicaba e Porto Feliz, todas no Estado de São Paulo, e em Santa Maria no Rio Grande do Sul, e por Moraes e McMurtry (1983) nos Estados de Pernambuco, Paraíba, Bahia e Ceará. Moraes et al (1986) citaram sua

ocorrência na Colômbia, Costa Rica, Guatemala, Portugal e Jugoslávia. Associados a citricultura no Brasil, *E. concordis* foi encontrado em todo parque citrícola do estado de São Paulo e Triângulo/Sudoeste mineiro caracteriza-se como a principal região produtora de laranja. Em levantamentos recentes, em Descalvado-SP, a principal espécie de ácaro predador registrada foi *E. concordis*, correspondendo a 99,2% dos ácaros fitoseídeos presentes em folhas e 93,2% registrados em frutos (SILVA et al., 2012). Além destes estados, Marsaro et al, 2009 relatou sua presença no Estado de Roraima, sendo esta espécie correspondendo a 71% dos ácaros observados nos pomares de citros (MARSARO Jr. et al, 2012).

3.5.2 Aspectos bioecológicos

O ciclo biológico de *E. concordis*, como de todos os fitoseídeos, apresenta as fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (PONTIER et al. 2000). Estudos em laboratório (KOMATSU, 1988) verificou que *E. concordis*, apresentou um ciclo biológico médio de ovo de 5,5 dias, longevidade média de 35 dias e número médio de ovos/fêmea/dia de 1,6. Quanto ao aspecto comportamental, verificou-se que o adulto permaneceu imóvel aproximadamente 75% do tempo no período de 24 horas.

3.5.2.1 Predação de ácaro-da-leprose e outras espécies de ácaros fitófagos

Komatsu (1988) avaliou a capacidade de predação de *E. concordis* para o ácaro-da-leprose, sendo oferecidos ovos, formas jovens e adultas do ácaro fitófago para cada estágio do ácaro predador; verificando-se que o ácaro-da-leprose foi aceito como presa, sendo o adulto do predador mais voraz que as formas imaturas. Durante a sua vida, cada fêmea adulta predou em média 351 ovos ou 302 formas jovens ou 20,5 adultos do ácaro-da-leprose. *Euseius concordis*, é uma espécie generalista, que inclui ácaros de várias famílias em sua dieta, assim como pólen e nectar (LOFEGO; MORAES, 2006).

O ácaro *E. concordis* foi relatado em outro estudo, com ótimo potencial para utilização no controle de *Oligonychus yothersi* (McGregor), baseado na performance da condução dos estudos por Melo et al. (2009), que indicou nos parâmetros da tabela de vida. O período de ovo a adulto observado foi de 8,1 dias (21 °C). Segundo Marques et al. (2015), a fêmea de *E. concordis* alimentada com *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) (25 °C) teve duração de 6,3 dias no período de ovo a adulto. Por outro lado, quando

alimentado com *Aculops lycopersici* Massae (Acari: Eriophyidae) e adicionado pólen de mamona (*Ricinus communis* L.) esse período é reduzido para 5 a 5,3 dias mantendo a temperatura de 25 °C (Moraes and Lima 1983). Entretanto, estas diferenças de duração do período ovo-adulto entre esses estudos podem ser explicadas pelos diferentes tipos de alimentos ofertados e pela temperatura conduzida em cada experimento. Quanto mais alta a temperatura, menor a duração das fases imaturas (MELO et al., 2009). A longevidade de *E. concordis* à 25 °C foi de 22.6 dias para fêmeas e 14.23 for machoa (MARQUES et al., 2015). Porém, em temperaturas de 21 °C, MELO et al. (2009) observou uma longevidade similar.

Com relação a oviposição média diária, quando alimentado de *A. lycopersici* e polén de mamona, *E. concordis* teve uma oviposição diária de 1,7 e 2,1 ovos por fêmea (MORAES; LIMA, 1983). Entretanto, quando alimentada de *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) (0,05 ovos diários por fêmea) e combinando *T. evansi* com *A. lycopersici* (0,14 ovos diários por fêmea) (MORAES; LIMA, 1983). *E. concordis* alimentado com pólen de taboa (*Typha angustifolia* L.), teve uma oviposição média diária de aproximadamente 0,09 ovos por fêmea, enquanto a oviposição diária foi significativamente menor quando se alimentou de *Oligonychus gossypii* (Zacher); aproximadamente 0,09 ovos por fêmea (FERLA; MORAES, 2003). Marques et al. (2015) observaram que *E. concordis* teve uma oviposição diária de 0,20 ovos por fêmea ao se alimentar de *T. bastosi*. Esses resultados indicam que as espécies de ácaros fitófagos oferecidas como alimento afetam diretamente a oviposição.

3.6 Controle químico de ácaros e resistência a acaricidas

3.6.1 Indicação de uso e modo de ação de acaricidas

3.6.1.1 Abamectina

De acordo com a grade elaborada pelo comitê técnico da ProteCitrus (13/08/2021), há um total de dezenove produtos registrados a base de abamectina e são indicados para o controle de diversas pragas em citros, como: o ácaro-da-falsa-ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora*), larva-minadora-dos-citros (*Phyllocnistis citrella*), ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*), ácaro-da-leprose (*Brevipalpus* sp.), ácaro purpúreo (*Panonychus citri*) e psilídeo (*Diaphorina citri*).

A larva-minadora-dos-citros (*P. citrella*), por exemplo, é um inseto que além de causar

injúrias mecânicas e encarquilhamento das folhas, também é responsável pela abertura de ferimentos no parênquima foliar, o que facilita e aumenta as chances de infecções causadas pela *Xanthomonas citri*, causador do cancro cítrico. O seu controle é feito de forma preventiva com uso de inseticidas à base de abamectina, com a finalidade de proteger todos os tecidos novos da planta (FUNDECITRUS, 2019).

Além da citricultura, abamectina tem sido utilizado no controle de insetos e ácaros em várias culturas agrícolas, tais como frutíferas, hortaliças e plantas ornamentais, entre outras, e na medicina veterinária, na prevenção de doenças parasitárias (CAMPBELL, 1989). Do ponto de vista toxicológico (saúde humana), o Vertimec[®] 18 EC é classificado na classe IV, ou seja, “pouco tóxico”, mas do ponto de vista ambiental, é classificado na classe II (MAPA, 2022).

As avermectinas, representantes da classe das lactonas macrolíticas, têm demonstrado grande potencial nematicida, acaricida e inseticida. São neurotoxinas compostas por uma mistura de produtos de um actinomiceto do solo, *Streptomyces avermitilis* MA-4680, que, no nível celular, atuam na inibição de um importante neurotransmissor do sistema nervoso central de vertebrados e do sistema nervoso periférico de invertebrados, produzindo paralisia e eventual letalidade (ALI et al., 1997).

A atividade antiparasitária das avermectinas foi descrita pela primeira vez em 1979. Elas atuam principalmente no sistema nervoso dos organismos, estando relacionada à abertura dos canais de cloro mediados por glutamato em invertebrados (CULLY et al., 1994).

Abamectina (Figura 1), classificada no grupo 6 (Moduladores alostéricos de canais de cloro mediados por glutamato) do IRAC (Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas) (IRAC-BR 2022), é uma combinação de avermectin B1a (~ 80%) e B1b (~ 20%) (JANSSON; DYBAS, 1998) e foi desenvolvido como inseticida-acaricida-nematicida para o controle de artrópodes e nematoides pragas de importância para a agricultura e para uso doméstico (ALI et al., 1997).

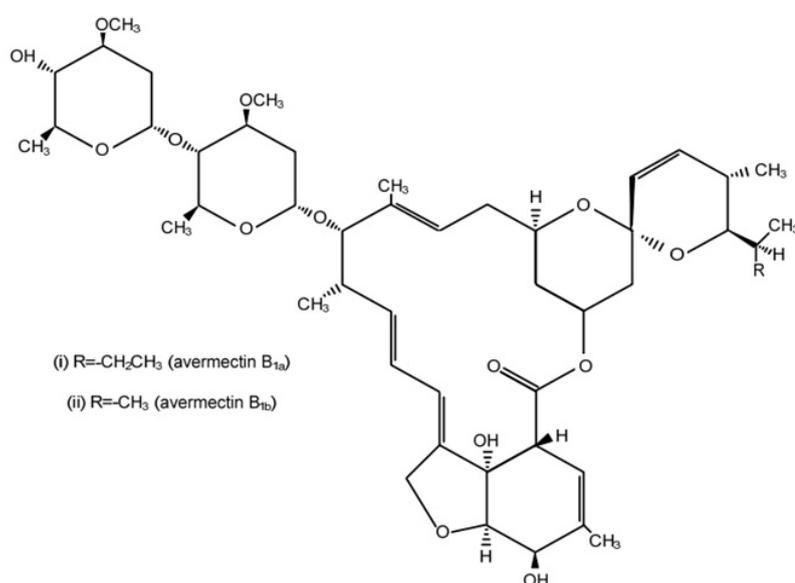


Figura 1. Fórmula estrutural da abamectina (Fonte: ANVISA).

Dentre os muitos atributos dados a abamectina, está a sua alta toxicidade a maioria das pragas, em particular, a espécies de insetos e ácaros que são resistentes a outros grupos de compostos como organoclorados, organofosforados, carbamatos etc. Devido ao seu modo de ação diferenciado, a eficiência deste agroquímico permanece inalterada frente a uma série de mecanismos de resistência a pesticidas, e esses atributos fazem de abamectina um potente e desejável defensivo para uso no meio agrícola. Abamectina apresenta atividade contra todas as fases da vida de um amplo espectro de ácaros fitófagos (DEKEYSER, 2005).

3.6.1.2 Fenpropatrina

A fenpropatrina, (RS)-alfa-cyano-3-phenoxybenzyl 2,2,3,3-tetramethylcyclopropane-carboxylate), cuja estrutura é apresentada na Figura 2, é um inseticida-acaricida do grupo dos piretrides, classificado no grupo 3A (Moduladores de canais de sódio) do IRAC (IRAC-BR 2022).

O inseticida-acaricida é registrado no Brasil para o controle de um grande número de espécies de insetos (*Alabama argilacea*, *Anthonomus grandis*, *Anticarsia gemmatalis*, *Ascia monuste orseis*, *Bemisia tabaci*, *Ceratitis capitata*, *Diaphania* spp., *Ecdytolopha aurantiana*, *Empoasca kraemeri*, *Frankliniella schultzei*, *Grapholita molesta*, *Heliothis virescens*, *Leucoptera coffeella*, *Liriomyza* spp., *Orthezia praelonga*, *Pectinophora gossypiella*, *Spodoptera frugiperda*, *Thrips tabaci*, *Toxoptera citricida*, *Tuta absoluta*) e ácaros (*Brevipalpus* spp., *Oligonychus ilicis*, *Tetranychus urticae*, *Panonychus ulmi*), em diversos cultivos agrícolas, tais como: algodão, berinjela, café, cebola, citros, crisântemo, feijão, jiló, maçã, mamão, melancia, milho, morango, pimenta, pimentão, quiabo, repolho, soja e tomate (MAPA, 2022).

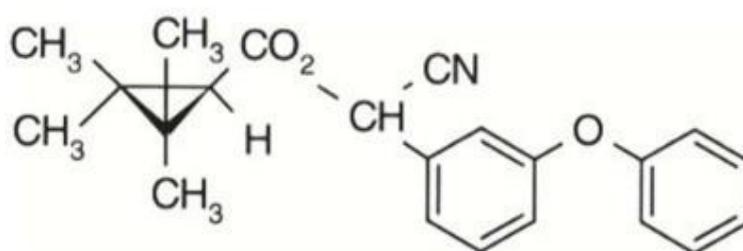


Figura 2. Fórmula estrutural da fenpropatrina (Fonte: ANVISA).

3.6.1.3 Clorfenapir

O clorfenapir (4-bromo-2-(4-clorofenil)-1-etoximetil-5-(trifluorometil)pirrole-3-carbonitrilo), cuja estrutura é mostrada na Figura 3, é um inseticida-acaricida de aplicação foliar, do grupo químico análogo de pirazol, classe toxicológica 4 (roduto pouco tóxico) e classe ambiental II (muito perigoso ao meio ambiente).

Classificado no grupo 13 (Desacopladores de fosforilação oxidativa via interrupção do gradiente de próton) do IRAC (IRAC-BR, 2022), atua por contato e ingestão.

O inseticida-acaricida é registrado no Brasil para o controle de muitas de espécies de insetos (*A. monuste orseis*, *B. tabaci*, *Brevicoryne brassicae*, *Capitophorus fragaefolli*, *Crysoideixis includens*, *Diabrotica speciosa*, *Enneothrips flavens*, *F. schultzei*, *Helicoverpa armigera*, *H. virescens*, *Lyriomyza huidobrensis*, *Phthorimaea operculella*, *Plutella xylostella*, *S. frugiperda*, *Stegasta bosquella*, *Thrips palmi*, *T. tabaci*, *T. absoluta*) e ácaros (*Aculops lycopersici*, *Polyphagotarsonemus latus*, *T. urticae*), em cultivos como: algodão, amendoim, alho, batata, cebola, couve, eucalipto, feijão, fumo, mamão, maracujá, melancia, melão, milho, morango, pimentão plantas ornamentais, repolho e soja (MAPA, 2022).

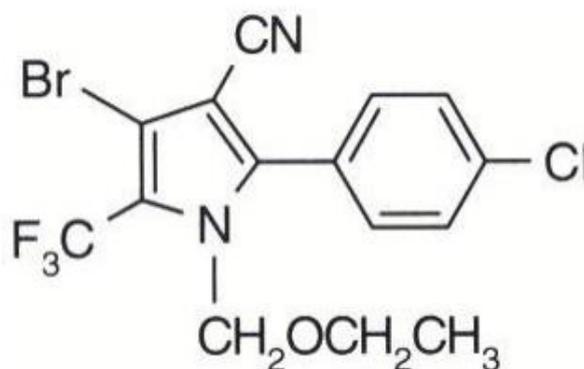


Figura 3. Fórmula estrutural do clorfenapir (Fonte: ANVISA).

3.6.2 Mecanismos de resistência a acaricidas

A principal barreira de proteção do ácaro ao acaricida é seu exoesqueleto. Assim, para exercer efeito tóxico, o produto precisa penetrar no corpo do ácaro. Os produtos podem penetrar no corpo por ingestão (via oral) ou contato direto (tegumento e regiões membranosas). De todas as vias, a principal forma de penetração é pelo tegumento, em que produtos lipofílicos penetram mais facilmente pelo tegumento (por contato), enquanto os produtos hidrofílicos atuam principalmente por ingestão. Depois que penetrou no corpo do ácaro, para exercer função tóxica, o produto deve atingir o seu sítio de ação. Os ácaros desenvolveram mecanismos para dificultar que os produtos atinjam o sítio de ação, e se atingirem, não exerçam todo seu poder letal (BERNARDI; OMOTO, 2014).

Com relação aos mecanismos pelos quais os artrópodes podem desenvolver resistência a inseticidas e acaricidas, podem ser mencionados: redução na penetração cuticular (FERGUSSON-KOLMES et al., 1991), alteração no alvo de ação (Van LEEUWEN et al., 2010) e aumento de degradação metabólica, com o envolvimento de algumas enzimas, tais como esterases, monooxigenases dependentes do citocromo P-450 (SATO et al., 2001, 2006, 2007) e glutatona S-transferases (WU; MIYATA, 2005; FRAGOSO et al., 2007).

No caso da redução na penetração cuticular, o ácaro recebe uma menor quantidade do tóxico no sítio de ação do produto. Geralmente, tem baixa intensidade de resistência, mas tem potencial de conferir resistência para todas as classes de pesticidas (BERNARDI; OMOTO, 2014).

Ácaros resistentes, devido ao aumento na detoxificação metabólica, são capazes de degradar a molécula do acaricida em compostos inertes, com maior eficácia do que os indivíduos suscetíveis. Vários grupos enzimáticos podem estar envolvidos no mecanismo de resistência em várias espécies de artrópodes, como as monooxigenases dependentes do citocromo P-450, esterases e as glutatona-S-transferases (BERNARDI; OMOTO, 2014).

A resistência devido à redução na sensibilidade do sítio de ação apresenta como característica uma alteração no sítio de ação, tornando-se menos sensível ao acaricida. Por exemplo, um ácaro é resistente a um determinado piretroide por apresentar os canais de sódio alterados, tornando-se insensível ao produto (BERNARDI; OMOTO, 2014).

No caso do mecanismo de resistência por comportamento, os ácaros detectam o tóxico e param de se alimentar, ou saem da área tratada, movendo-se para outra área da planta que

não esteja tratada. Isso foi observado para o piretroide esfenvalerato (BERNARDI; OMOTO, 2014).

Os fatores que afetam a evolução da resistência nos ácaros são os genéticos e bioecológicos. Dentro dos fatores genéticos, a evolução da resistência depende do padrão de herança da resistência, frequência inicial do alelo de resistência, custo adaptativo dos indivíduos e fluxo gênico. Quanto maior a frequência inicial do alelo de resistência, mais rápido ocorre a evolução da resistência a campo. O custo adaptativo ocorre quando os indivíduos resistentes apresentam um menor valor adaptativo do que os indivíduos suscetíveis, pelo menos no início da evolução da resistência. O fluxo gênico depende da capacidade de dispersão do organismo (BERNARDI; OMOTO, 2014). Os fatores bioecológicos envolvem a taxa de reprodução, tempo de duração da geração, hábito alimentar, mobilidade da espécie e fatores bióticos de mortalidade (BERNARDI; OMOTO, 2014).

Para as pragas, o aumento no uso de agrotóxicos ocasionou seleção de populações resistentes, diminuição na abundância/frequência de organismos benéficos e acúmulo de resíduos no solo, água e alimentos (Van LEEUWEN et al., 2010).

4. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Acarologia, do Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Agropecuária (CAPSA), do Instituto Biológico, em Campinas, SP.

4.1 Origem dos ácaros utilizados nos experimentos

4.1.1 *Brevipalpus yothersi*

A criação dos ácaros *B. yothersi* foi iniciada a partir de populações já existentes no Laboratório de Acarologia as quais inicialmente foram cedidas pelo Centro de Citricultura “Sylvio Moreira” do IAC, tendo sido coletados de laranja doce no município de Cruz das Almas, BA. Não foi feita distinção de ácaros virulíferos ou avirulíferos.

4.1.2 *Euseius concordis* e *Euseius citrifolius*

- Populações resistentes (R)

As populações de *E. concordis* e *E. citrifolius* foram coletadas no sítio Gordura, no município de Taquaral, SP, (figura 4) (21°02'25" S; 48°23'54" W e 621 metros de altitude) no dia 10 de fevereiro de 2021 em laranja ‘Valência’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), enxertada em tangerina ‘Sunki’ (*Citrus sunki* Hort. ex. Tan.). O cultivo recebia aplicações quinzenais de agroquímicos, estando em seu cronograma de pulverizações os produtos: enxofre (Microthiol Dispers[®] WG) (inseicida-acaricida), bifentrina (Seizer[®] 100EC; Talstar[®] 100 EC) (acaricida), abamectina (Abamectin[®] 72 EC Nortox) (inseticida-acaricida), beta-ciflutrina (Bulldock[®] 125 SC) (inseticida), etofenproxi (Safety[®]) (inseticida), malatiom (Malathion[®]) (inseticida), 2,4 D (Aminol[®] 806) (herbicida), imidaclopride (Provado[®] 200 SC) (inseticida), trifloxistrobin (Flint[®] 500WG) (fungicida), oxicloreto de cobre (Recop[®]) (fungicida), trifloxistrobin + tebuconazol (Nativo[®]) (fungicida), piraclostrobin (Comet[®]) (fungicida), entre outros. A coleta foi realizada em pomar comercial com aplicações programadas de produtos fitossanitários, justamente com o intuito de obter uma população (R) resistente a inseticidas e/ou acaricidas.

O município de Taquaral possui clima tropical úmido, com inverno seco, temperatura média anual de 23°C (máxima 32°C e mínima 12°C), índice pluviométrico (média anual) de 1.196,2 mm, umidade relativa do ar (média anual) de 69,75% e com rajadas de vento que podem chegar a 48 km/h. (INPE).



Figura 4. Coleta de ácaros predadores no sítio Gordura em Taquaral-SP.

- Populações suscetíveis (S)

Populações de *E. concordis* e *E. citrifolius* foram coletadas na Quinta dos Tucanos, no município de Bofete, SP (23°06'58"S 48°17'26"W) nos dias 14 de fevereiro de 2021 e 04 de abril de 2021 em *C. sinensis* (L.). As coletas foram realizadas em pomar não comercial, em uma área rural sem histórico de pulverizações de defensivos agrícolas, com intuito de obter populações suscetíveis de referência. O município de Bofete possui clima tropical, com inverno seco, temperatura média anual de 20°C (máxima 36°C e mínima 2°C), índice pluviométrico (média anual) de 827,5 mm, umidade relativa do ar (média anual) de 74%, e com rajadas de vento que podem chegar até 85 km/h (INPE).

Nos pomares de citros de Taquaral e de Bofete foram colhidos folhas e frutos com incidência dos ácaros, sendo colocados em sacos de papel pardo e acondicionados em caixa de poliestireno expandido (Isopor[®]) com gelo artificial e transportados ao Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico, em Campinas, SP. No laboratório cada material foi cuidadosamente analisado com auxílio de esteriomicroscópio e cada fêmea de ácaro fitoseídeo foi transferida com um pincel para uma arena de 11 cm de diâmetro contida de uma folha de laranja sobre uma camada de algodão hidrófilo umidificado em uma placa de Petri. As fêmeas foram mantidas isoladas (uma em cada arena) até que a fêmea ovipositasse e pelo menos uma das larvas eclodisse. Após a eclosão dos descendentes, as fêmeas foram montadas em lâminas de microscopia em meio de Hoyer. Após a identificação das espécies dos ácaros, realizada com o auxílio do Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro (Instituto Biológico), as proles correspondentes às fêmeas da mesma espécie (*E. citrifolius* ou *E. concordis*) foram agrupadas para dar início às colônias de criação de cada espécie de ácaro predador.

4.2 Criação dos ácaros

4.2.1 *Euseius concordis* e *Euseius citrifolius*

Os ácaros foram criados em arenas contituídas de folha de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC, sobre uma camada de espuma de poliuretano (1 cm) com água, no interior de bandeja plástica redonda de 20 cm de diâmetro. Ao redor de cada folha foi colocada uma tira de algodão hidrófilo umedecido que servia de barreira para evitar a fuga dos ácaros das arenas. Posteriormente, passou-se a utilizar também, um outro sistema de criação, no qual a folha de feijão-de-porco foi substituída por prato plástico de cor azul escura. Foram disponibilizados fios de algodão sob pequenas lamínulas de plástico, para servir de substrato de oviposição para os predadores. Polén de taboa (*Typha* sp.) foi colocado nas arenas sobre lamínulas de plástico, para servir de alimento para os predadores. Pedaçõs de folhas de feijão, infestados com ovos e formas ativas de ácaro-rajado também foram adicionados às arenas de criação (uma vez por semana), para a alimentação dos predadores. As populações foram mantidas em condições controladas de temperatura ($26 \pm 3^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar ($70 \pm 8\%$), com fotofase de 12 horas.

4.2.2 *Brevipalpus yothersi*

Os ácaros foram criados sobre frutos de laranja doce (*C. sinensis*) cv. Pera, coletados em pomares livres da aplicação de acaricidas. Os frutos foram lavados com água e, após a secagem, parafinados, deixando-se uma arena de 6 cm² circundada com cola entomológica, servindo como barreira para conter os ácaros. Em cada fruto, foram transferidos de 40 a 50 ácaros. Os frutos foram substituídos a cada 30 a 40 dias, por outros mais novos, com as mesmas características.

4.3 Testes de toxicidade com ácaros predadores

4.3.1 Obtenção das curvas de concentração-mortalidade

Foram colocadas 20 fêmeas adultas de *E. citrifolius* ou *E. concordis* em cada arena constituída de um disco de folha de laranja de 5 cm de diâmetro, colocado sobre um papel filtro saturado de água, em placa de Petri (11 cm de diâmetro). Acompanhando a margem externa da folha foi colocada uma camada de algodão saturado com água destilada, formando

uma barreira para evitar a fuga dos ácaros.

As arenas de folhas com os ácaros predadores foram submetidas à pulverização em torre de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK), calibrada a 68,9 kPa (figura 5 A). Utilizou-se um volume de 2 mL de calda, obtendo-se uma deposição média de resíduo úmido de $1,6 \text{ mg cm}^{-2}$ de arena.

Após a pulverização do produto e secagem do disco de folha, colocava-se em cada arena um pouco de pólen de taboa, para servir de alimento aos predadores (figura 5 B). As arenas foram mantidas em laboratório a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $68 \pm 5\%$ e fotofase de 12 h.

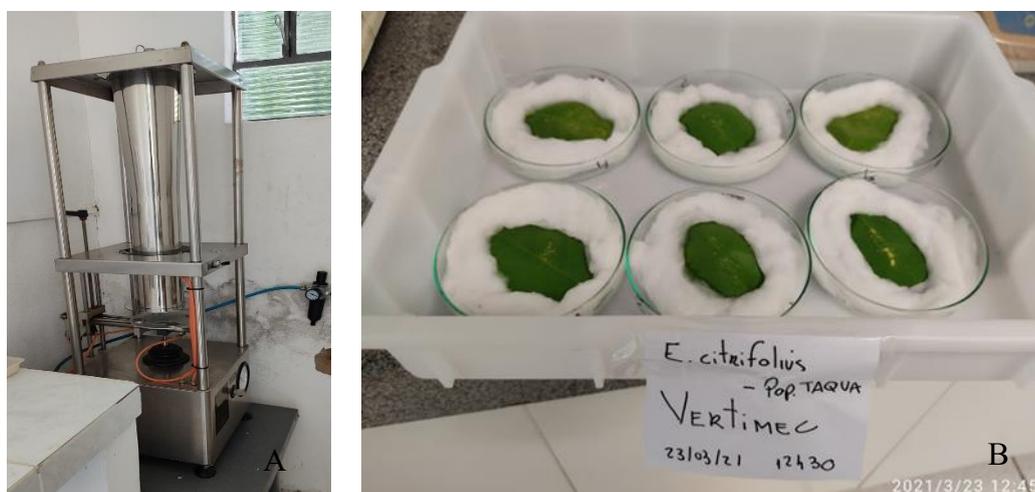


Figura 5. Testes de toxicidade com *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae). **A.** Pulverização das arenas em torre de Potter. **B.** Arenas de folha de citros após a pulverização e secagem colocando um pouco de pólen de taboa como fonte de alimento.

Foram avaliados os seguintes acaricidas: abamectina (Vertimec[®] 18 EC); fenproprina (Danimen[®] 300 EC) e clorfenapir (Pirate[®] / Sunfire[®]).

Apesar de o clorfenapir ter sido excluído recentemente da lista de produtos indicados para uso na citricultura no Brasil (ProteCitrus, 2020), ele ainda continua sendo utilizado em larga escala no mundo para o controle de diversas espécies de insetos e ácaros em ambiente agrícola e urbano. Os experimentos foram conduzidos visando avaliar compostos químicos com diferentes mecanismos de ação para entender a abrangência da resistência do ácaro predador aos diferentes grupos químicos de inseticidas e acaricidas. A pesquisa visava também selecionar um ácaro predador do gênero *Euseius* que poderia ser útil para o controle biológico de insetos e ácaros fitófagos em diferentes culturas, embora os predadores tenham

sido coletados em citros e o foco principal da pesquisa seja o manejo do ácaro-da-leprose dos citros. Além disso, clorfenapir é considerado um produto altamente tóxico aos ácaros da família Phytoseiidae, havendo o interesse de se encontrar linhagens resistentes de ácaros predadores a esse inseticida-acaricida para uso em programas de manejo integrado de pragas em diversos cultivos agrícolas (ex.: tomate, pimentão, ornamentais). No caso de tomateiro, ácaros do gênero *Euseius* (ex.: *E. concordis*) mostram-se promissores para o controle de *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae) (LOPES, 2015; FIGUEIREDO, 2018), porém o uso de inseticidas/acaricidas de amplo espectro tem dificultado o estabelecimento dos ácaros predadores sobre as plantas de tomate.

Foram utilizadas cinco concentrações de cada produto, por meio de diluição sequencial em água destilada, para a obtenção das curvas de concentração-resposta e estimativa das concentrações letais médias (CL₅₀).

As avaliações da mortalidade foram realizadas 72 horas após o tratamento, sendo considerados mortos os ácaros que não reagem após o leve toque do pincel de pelo macio. Os ácaros encontrados na água ou presos na barreira de algodão não foram considerados na avaliação de mortalidade. Cada teste foi repetido três vezes para obtenção de um número mínimo de 200 ácaros para o estabelecimento das curvas de concentração-mortalidade.

Os dados de mortalidade foram submetidos à análise de Probit (FINNEY, 1971), utilizando-se do programa StatPlus Professional 2009 (ANALYTICAL SOFT, 2022).

4.4 Resistência cruzada

As possíveis relações de resistência cruzada foram avaliadas comparando-se as concentrações letais médias (CL₅₀s) de diferentes produtos para os ácaros *E. citrifolius* das linhagens resistente (R) a abamectina e suscetível (S), mantidas em criação no Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico. Os testes de toxicidade com *E. citrifolius* foram realizados seguindo a mesma metodologia descrita no item 4.3.

4.5 Caracterização bioquímica da resistência a acaricidas

4.5.1 Estudos com sinergistas

Com as linhagens *E. citrifolius* suscetíveis e resistentes a abamectina, foram conduzidos os testes para verificar se a resistência é metabólica (ou não) e quais grupos de enzimas estariam associados à evolução da resistência. O sinergista testado foi o butóxido de piperonila (PBO), que é um inibidor de oxidases em função múltipla (monooxigenases

dependentes do citrocorno P450). O experimento foi conduzido baseando-se na metodologia descrita por Sato et al. (2001).

Os ácaros foram expostos aos sinergistas, via contato residual no interior de tubos de vidro (10 cm de comprimento x 1,2 cm de diâmetro). Foram colocados 200 µL de solução acetônica de PBO em cada tubo (na sua máxima concentração, que não causava mortalidade significativa aos ácaros), distribuindo a solução por toda a superfície interna do tubo e deixando secar. Vinte fêmeas adultas de *E. citrifolius* foram colocadas no interior de cada tubo, fechando-o em seguida com parafilme, para evitar a fuga dos mesmos. Os ácaros foram mantidos no interior do tubo em contato com o sinergista, por um período de 4 horas. Em seguida, foram transferidos para uma arena de folha de laranja, onde receberam o tratamento com abamectina, em torre de Potter. As avaliações foram realizadas 72 h após a aplicação.

4.6 Capacidade de predação de *Euseius citrifolius* sobre *Brevipalpus yotheri*

Os testes de capacidade de predação *E. citrifolius* sobre *B. yotheri* foram realizados utilizando-se a população R do ácaro predador. Para avaliar a capacidade de predação e reprodução; primeiramente foram realizados pré-testes para determinar as fases do ciclo de vida (ovo, larva e adulto) da presa eram de preferência do predador para iniciar os testes e avaliações com a fase mais aceita. Os testes foram conduzidos em arenas de folhas de citros com 3cm de diâmetro, com barreira de algodão hidrófilo umedecido, colocando-se uma fêmea adulta do ácaro predador *E. citrifolius* para diferentes densidades (5, 10, 20, 40, 60) do ácaro-praga por arena (Figura 6).

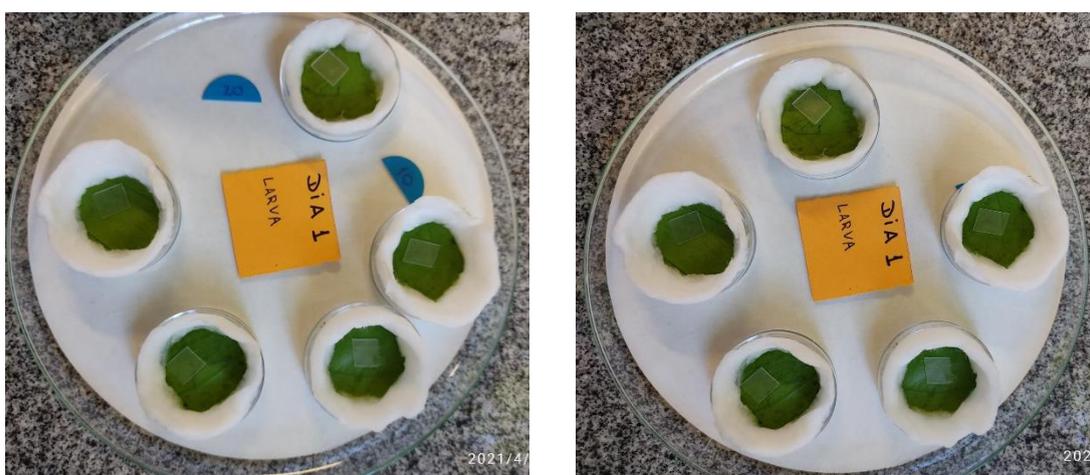


Figura 6. Arenas de folha de citros utilizadas nos testes de predação com *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae), oferecendo-se diferentes fases de desenvolvimento de *Brevipalpus yotheri* (Acari: Tenuipalpidae) como presa.

As avaliações do número de ácaros predados e da taxa de oviposição por fêmea adulta do ácaro predador foram realizadas diariamente (24h), por um período de seis dias. O experimento foi inteiramente casualizado, com pelo menos 10 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), comparando-se as médias pelo teste *t* a 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Testes de toxicidade com ácaros predadores

Foram observadas diferenças significativas (baseando-se na não sobreposição dos intervalos de confiança a 95% das concentrações letais médias – CL_{50} s) nas suscetibilidades das populações S (suscetível) e R (resistente) de *E. citrifolius* aos acaricidas abamectina e clorfenapir, com razões de resistência de 15,5 e 3,1 (vezes), respectivamente. No caso de *E. concordis*, não foram detectadas diferenças significativas entre as populações S e R a nenhum dos acaricidas testados (Tabela 1).

Os resultados dos testes toxicológicos indicam baixa suscetibilidade das populações R de *E. citrifolius* e *E. concordis* aos acaricidas dos diferentes grupos químicos testados, levando em consideração à concentração recomendada desses produtos (MAPA, 2022). No caso de abamectina, a CL_{50} do produto (13,3 ppm de i.a.) estimada para a população R de *E. citrifolius* foi 2,47 vezes acima da máxima concentração recomendada para o controle do ácaro-da-falsa-ferrugem (*P. oleivora*) e da larva-minadora-de-folhas (*P. citrella*) (5,4 ppm) em citros no Brasil. A CL_{50} de abamectina (6,48 ppm) para a população R de *E. concordis* foi 20% acima da máxima concentração recomendada para o controle dessas pragas.

No caso de clorfenapir, a CL_{50} (155,7 ppm) estimada para a população R de *E. citrifolius* foi 29,8% acima da concentração recomendada do inseticida-acaricida (Pirate[®]) para o controle do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) (120 ppm) em mamoeiro, assim como da concentração recomendada para o controle de *T. urticae* e *A. lycopersici* em tomateiro no Brasil (MAPA, 2022).

Tabela 1. Testes de toxicidade com fêmeas adultas de *Euseius citrifolius* e *Euseius concordis* de populações resistentes (coletadas de *Citrus sinensis* em Taquaral, SP) e suscetíveis (coletadas de *C. sinensis* em Bofete, SP): Número total de ácaros utilizados nos testes toxicológicos (*n*); concentração letal média (CL₅₀ em mg de i.a./L ou ppm) e intervalo de confiança (I.C.) a 95%, coeficiente angular e erro padrão da média (EPM); Qui-quadrado (χ^2); graus de liberdade (g.l.) e razão de resistência (RR¹).

Produto	População	Espécie	<i>n</i>	CL ₅₀ (95% IC)	Coeficiente angular ± EPM	χ^2	<i>P</i>	g.l.	RR ¹
Abamectina	R	<i>E. citrifolius</i>	211	13,3 (9,22 - 17,1)	1,83 ± 0,30	0,40	0,81	2	15,50
	S	<i>E. citrifolius</i>	255	0,86 (0,60 - 1,11)	1,91 ± 0,26	2,88	0,41	3	1
	R	<i>E. concordis</i>	351	6,48 (5,58 - 7,60)	2,38 ± 0,22	1,44	0,69	3	1,47
	S	<i>E. concordis</i>	263	4,42 (3,58 - 5,72)	1,94 ± 0,24	4,06	0,25	3	1
Clorfenapir	R	<i>E. citrifolius</i>	152	155,7 (122,0 - 206,1)	2,15 ± 0,33	5,26	0,26	4	3,10
	S	<i>E. citrifolius</i>	172	50,2 (41,9 - 61,0)	3,29 ± 0,43	3,06	0,38	3	1
	R	<i>E. concordis</i>	173	184,4 (159,2 - 220,6)	5,03 ± 0,91	0,36	0,94	3	2,92
	S	<i>E. concordis</i>	75	63,1 (27,6 - 144,2)	5,00 ± 2,02	6,42	0,04	2	1
Fenpropratrina	R	<i>E. citrifolius</i>	203	14.327,7 (5.754,0 - 1,76x10 ⁵)	1,14 ± 0,29	0,79	0,84	3	31,81
	S	<i>E. citrifolius</i>	121	450,48 (141,1 - 6,54 x10 ⁵)	0,80 ± 0,31	0,74	0,69	2	1
	R	<i>E. concordis</i>	258	141.257,5 (21.181,2 - 1,0x10 ⁶)	0,77 ± 0,30	0,11	0,98	3	8,46
	S	<i>E. concordis</i>	99	16.703,4 (2.999,3 - 93.022,1)	0,44 ± 0,36	0,22	0,89	2	1

¹RR = Razão de resistência = CL₅₀ R ÷ CL₅₀ S

No caso de fenpropratrina, os valores obtidos para as CL₅₀s do piretroide para as populações R de *E. citrifolius* (14.327,7 ppm) e R de *E. concordis* (141.257,5 ppm) foram pelo menos 95,5 vezes acima da concentração recomendada (150 ppm) para o controle do ácaro-da-leprose dos citros no Brasil. Mesmo as CL₅₀s estimadas para as populações S desses

predadores foram pelo menos três vezes acima da concentração recomendada para o controle de *Brevipalpus* em citros no Brasil (Tabela 1).

5.2 Resistência cruzada

Os resultados indicaram uma possível resistência cruzada entre abamectina e clorfenapir, comparando-se as populações R (Taquaral) e S (Bofete) de *E. citrifolius* procedentes do campo. Nesse caso, a população resistente a abamectina também se mostrou mais resistente a clorfenapir, com uma razão de resistência de 3,1 vezes.

Sato et al. (2005b) e Nicastro et al. (2013) também detectaram resistência cruzada entre abamectina e clorfenapir em ácaro-rajado (*T. urticae*) avaliando linhagens resistentes e suscetíveis do ácaro-rajado (selecionadas para resistência e para suscetibilidade, em laboratório), corroborando os resultados obtidos para *E. citrifolius* no presente estudo.

No caso de fenpropatrina, observou-se sobreposição nos intervalos de confiança das concentrações letais médias (CL_{50s}) estimadas para as populações R e S de *E. citrifolius*, não havendo a possibilidade de se estabelecer uma relação de resistência cruzada entre abamectina e fenpropatrina.

5.3 Caracterização bioquímica da resistência a acaricidas

5.3.1 Estudos com sinergistas

Os resultados indicam envolvimento de enzimas metabólicas na resistência de *E. citrifolius* ao acaricida abamectina, com provável envolvimento de monooxigenases dependentes do citocroma P450. Observou-se redução significativa na CL₅₀ de abamectina quando a população R foi exposta ao sinergista butóxido de piperonila (PBO) (inibidor de monooxigenases) que passou de 13,3 ppm (sem exposição a PBO) para 3,31 ppm (com exposição a PBO), com uma razão de sinergismo de 4,03 (vezes). A razão de resistência caiu de 15,5 para 3,85 (vezes) no tratamento com exposição da população R ao sinergista PBO (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito de abamectina com ou sem sinergista, em populações de *Euseius citrifolius* resistente a abamectina e suscetível a acaricidas. Número total de ácaros utilizados para a obtenção das curvas de concentração-mortalidade (n); estimativa da CL_{50} (mg i.a./L ou ppm) e intervalo de confiança (I.C.) a 95%; coeficiente angular e erro padrão da média (EP); Qui-quadrado (χ^2); grau de liberdade (g.l.); razão de sinergismo (RS) e razão de resistência (RR).

Tratamento	n	CL_{50} (95% IC)	Coeficiente angular \pm EPM	χ^2	P	g.l.	¹ RS	² RR
Abamectina R (sem sinergista)	211	13,3 (9,22 - 17,1)	1,83 \pm 0,30	0,40	0,81	2	-	15,50
Abamectina R+ PBO	255	3,31 (0,13 - 7,26)	1,17 \pm 0,40	3,88	0,27	3	4,03	3,85
Abamectina S (sem sinergista)	255	0,86 (0,60 - 1,11)	1,91 \pm 0,26	2,88	0,41	3	-	1

¹RS = Razão de Sinergismo = CL_{50} sem sinergista/ CL_{50} com sinergista

²RR = Razão de resistência = CL_{50} R \div CL_{50} S

O envolvimento de monooxigenases na resistência de ácaros a acaricidas-inseticidas tem sido documentado por vários autores. Stumpf e Nauen (2002) relataram um aumento na produção de enzimas desintoxicantes (monooxigenases) em uma linhagem de *T. urticae* (originária de plantas ornamentais da Holanda) resistente a abamectina. No caso de ácaros predadores, observou-se o envolvimento de monooxigenases na resistência de *Neoseiulus womersleyi* (Schicha) (Acari: Phytoseiidae) a um inseticida organofosforado (metidatiom). Nos testes com sinergistas, verificou-se uma razão de sinergismo para PBO de aproximadamente 12 vezes, para uma razão de resistência (CL_{50} R \div CL_{50} S) de 303 (vezes) para metidatiom (SATO et al., 2001, 2006). Nesse caso, a razão de sinergismo associada a PBO correspondeu a apenas 4% da razão de resistência global para *N. womersleyi*, enquanto que, no experimento com *E. citrifolius*, a razão de sinergismo (4,03) coorespondeu a 27,7% da razão de resistência global (15,5) indicando maior importância (proporcional) das monooxigenases na resistência de *E. citrifolius* a abamectina do que na resistência de *N. womersleyi* a metidatiom.

5.4 Capacidade de predação de *Euseius citrifolius* sobre *Brevipalpus yothersi*

Nos testes de predação de *B. yothersi* por *E. citrifolius*, verificou-se uma nítida predileção das fêmeas do predador pelas larvas do ácaro-da-leprose em relação aos adultos do ácaro-praga, com uma taxa média de predação de larvas 12,6 vezes maior que a observada para adultos. Os dados também indicam baixa taxa de predação de ovos de *B. yothersi* por *E. citrifolius* (Tabela 3).

Tabela 3. Predação de ovos, larvas e adultos de *Brevipalpus yothersi*, por fêmeas adultas de *E. citrifolius* em arenas de folha de citros a $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Estágios de vida de <i>B. yothersi</i>	Número de ácaros oferecidos por arena de folha	Número de ácaros <i>B. yothersi</i> predados por fêmea adulta de <i>E. citrifolius</i> por dia
Ovo	40	1
Larva	5	2,71
	10	7,50
	20	17,6
	40	36,1
	60	49,4
	Adulto	5
10		1
20		1
40		3
60		3

A predileção de *E. citrifolius* por larvas de *B. yothersi* já havia sido reportada por Gravena (1994). De acordo com o autor, dos estágios imaturos, a fase larval de *Brevipalpus* foi a mais preferida por todos os estágios de vida do ácaro predador, seguido pelos estágios de ninfa e ovo, respectivamente. Essa preferência por larvas, em vez de ovos ou adultos, também foi relatada por Moraes e McMurtiy (1981) para *E. citrifolius*, em uma pesquisa na qual foram oferecidos ácaros *T. urticae* de diferentes estágios de desenvolvimento como presas.

Observou-se correlação positiva e significativa ($p < 0.0001$) entre o número de larvas de *B. yothersi* oferecidas e o número de larvas consumidas por fêmea de *E. citrifolius*, com máxima taxa de predação de 49,8 larvas do ácaro-praga por fêmea do predador em 24 horas,

registrada para o tratamento com 60 larvas oferecidas por arena (Figura 7 e 8).



Figura 7. Teste de predação em arena de folha de citros. **A.** Fêmea adulta de *Euseius citrifolius* (circulado em vermelho) altera sua coloração de amarelo translúcido para vermelho amarronzado após predação de larvas de *Brevipalpus yothersi*. Circulado em amarelo larvas já predadas e circulado em azul ovo do ácaro predador. **B.** Em destaque fêmea adulta de *E. citrifolius* predando larva de *B. yothersi*, e circulado em amarelo uma larva viva de *B. yothersi*.

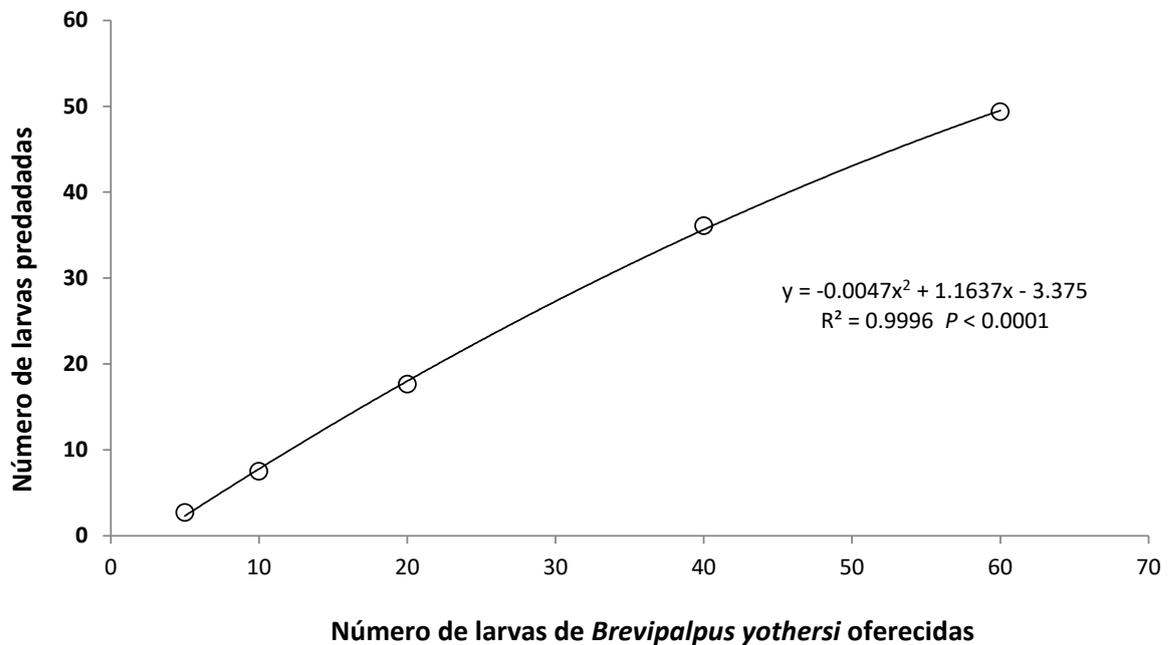


Figura 8. Predação de larvas de *Brevipalpus yothersi* por fêmea adulta de *Euseius citrifolius* em arena de folha de citros em 24 horas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Os resultados indicam boa capacidade de predação (Figura 8) dos ácaros *E. citrifolius* da população resistente a abamectina (coletada de plantas de citros em Taquaral, SP) sobre larvas de *B. yothersi*, quando comparado o mesmo predador para outras espécies de ácaros como *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) (FERREIRA, 2013) e *Tenuipalpus heveae* Baker (CARDOSO, 2010).

A taxa de predação de *E. citrifolius* sobre larvas de *B. yothersi* observada no presente experimento (média de 17,6 larvas/fêmea/dia para as arenas com 20 larvas de *B. yothersi*) mostra-se similar ou um pouco superior à reportada por Gravena et al. (1994), com média de 12,5 larvas de *Brevipalpus* consumidas por fêmea de *E. citrifolius* por dia, para as arenas com 20 larvas de *Brevipalpus*, para frutos sem verrugose. Nos frutos com verrugose, essa taxa de predação foi de apenas 4,1 larvas de *Brevipalpus* por fêmea do ácaro predador, para a mesma densidade da presa por arena (GRAVENA et al., 1994).

Uma das diferenças entre os dois experimentos foi o tipo de arena de teste, sendo que, no presente experimento utilizou-se arena de folha de citros (7,1 cm² de área) e no realizado por Gravena et al. (1994) a arena foi contituída por um fruto de laranja, com uma área delimitada de 11 cm², para atuação dos ácaros predadores na busca pelas larvas do ácaro-praga. A realização dos testes em arena de folha, com menor área para a busca da presa pelo ácaro predador, pode ter favorecido o desempenho do predador, resultando em maior taxa de predação de larvas de *B. yothersi* pelas fêmeas de *E. citrifolius*.

Em um experimento visando avaliar a capacidade de predação de *E. citrifolius* sobre o ácaro-plano-vermelho-da-seringueira, *Tenuipalpus heveae* Baker, os autores verificaram que em 24 horas, cada fêmea do predador consumiu em média 8,8 larvas, 6,6 ninfas, 2,6 adultos ou 0,4 ovos de *T. heveae*, oferecendo-se 20 ovos ou formas ativas do ácaro fitófago por fêmea de *E. citrifolius* em uma arena de disco defolha de seringueira de 2,5 cm de diâmetro (4,9 cm²) (CARDOSO et al., 2010). Comparando-se esses resultados com os obtidos para *B. yothersi*, observa-se que as taxas de predação de larvas de *B. yothersi* (17,6 larvas/fêmea de *E. citrifolius*/dia) foi duas vezes maior que a reportada por Cardoso et al. (2010), indicando que possível preferência de *E. citrifolius* por *B. yothersi* em relação a *T. heveae*. Outro fator que pode ter contribuído para essa diferença nas taxas de predação está no substrato de alimentação do ácaro fitófago, sendo que, algum composto (ex.: aleloquímico) presente nas folhas de seringueira pode desestimular a predação de *T. heveae* por *E. citrifolius*.

5.5 Taxa de oviposição de *Euseius citrifolius* sobre a predação de *Brevipalpus yothersi*

Nos testes de oviposição de *E. citrifolius*, oferecendo-se larvas de *B. yothersi* como alimento, observou-se também correlação positiva e significativa entre o número de ovos depositados pela fêmea do predador e o número de larvas do ácaro fitófago consumidas, indicando que as larvas de *B. yothersi* constituem uma fonte satisfatória de alimento para o ácaro predador (Figura 9).

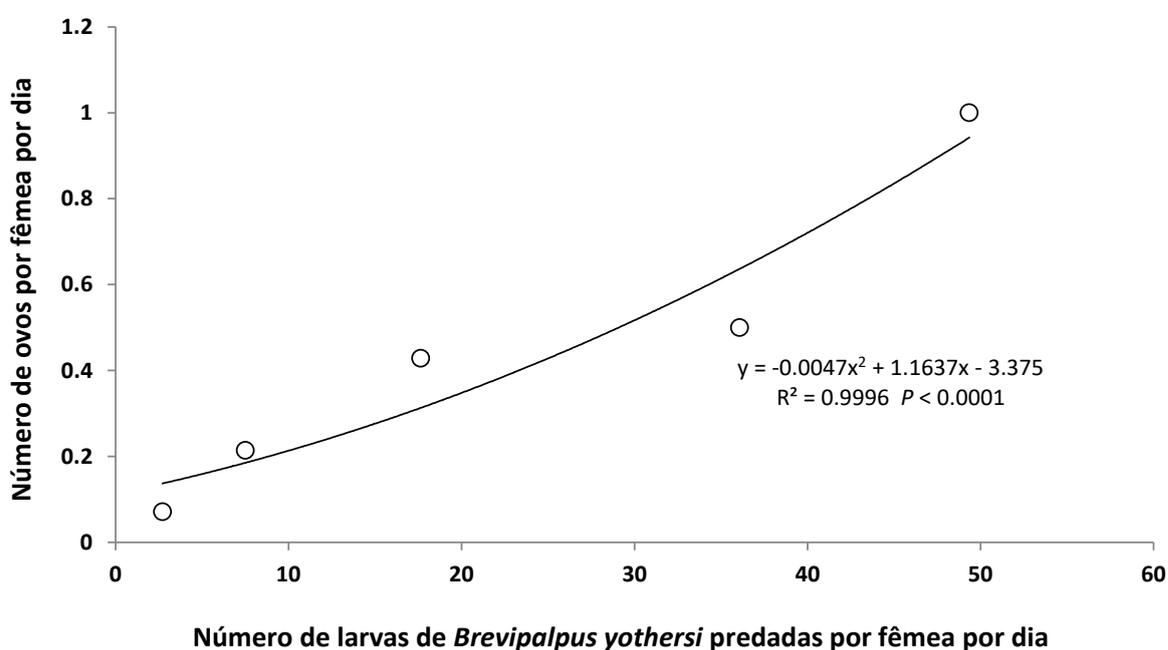


Figura 9. Oviposição por fêmea adulta de *Euseius citrifolius* quando alimentada com larvas de *Brevipalpus yothersi* em arena de folha de citros em 24 horas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

A máxima taxa de oviposição diária de *E. citrifolius* foi de aproximadamente um ovo por fêmea, para uma taxa média de consumo de 49,3 larvas de *B. yothersi* por dia. Esse valor é semelhante ou ligeiramente inferior à reportada por Hernandez et al. (2018) que verificaram uma taxa de oviposição de $1,55 \pm 0,27$ ovos/fêmea/dia quando as fêmeas de *E. citrifolius* se alimentaram exclusivamente de ovos de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), com consumo médio de 24 ovos/fêmea/dia. Esse resultado indica cada ovo consumido de *R. indica* gerou uma taxa de oviposição por fêmea de *E. citrifolius* 3,08 vezes maior do que cada larva *B. yothersi* consumida pelo ácaro predador. Essa diferença na taxa de oviposição observada para *E. citrifolius* para os dois tipos de alimento pode estar associada a uma melhor qualidade

nutricional dos ovos de *R. indica* em relação às larvas de *B. yothersi*. Outro fator que pode ter influenciado na menor taxa de oviposição de *E. citrifolius* quando larvas de *B. yothersi* foram oferecidas como alimento seria o maior gasto de energia do predador na busca e predação das larvas do ácaro-praga, em relação à alimentação sobre os ovos de *R. indica*.

6. CONCLUSÕES

Há diferenças significativas na suscetibilidade a acaricidas entre populações de *Euseius citrifolius* procedentes de pomares cítricos do estado de São Paulo com diferentes frequências de aplicação de acaricidas, observando-se razões de resistência de 15,5 e 3,1 (vezes) para abamectina e clorfenapir, respectivamente, comparando-se populações do ácaro predador coletadas em Taquaral (R) e Bofete (S).

Há envolvimento de enzimas monooxigenases dependentes do citocromo P450 na resistência de *E. citrifolius* a abamectina.

As populações de *Euseius concordis* e *E. citrifolius* coletadas em pomar cítrico de Taquaral, SP, mostram-se resistentes a fenpropratrina, com sobrevivência de pelo menos 50% dos ácaros, mesmo para concentrações 95 vezes acima da concentração recomendada para uso em citros no Brasil.

A população de *E. citrifolius* originária de Taquaral (resistente aos acaricidas abamectina, clorfenapir e fenpropratrina) apresenta elevada capacidade de predação de larvas de *Brevipalpus yothersi*, sendo que, cada fêmea adulta do predador chega a consumir 49 larvas do ácaro-praga por dia.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da finalização das pesquisas vinculadas à dissertação de mestrado, ainda estão sendo conduzidos estudos de seleção artificial da linhagem R de *E. citrifolius* para resistência abamectin, assim como para suscetibilidade ao acaricida, em condições de laboratório, visando dar continuidade aos estudos de caracterização bioquímica e molecular da resistência do ácaro predador a abamectina. Com a obtenção das linhagens selecionadas para resistência (R) e suscetibilidade (S) de *E. citrifolius* a abamectina, será possível avaliar melhor as possíveis relações de resistência cruzada entre abamectin e os acaricidas clorfenapir e fenpropatrina, além de outros produtos, como beta-ciflutrina, etofenproxi, fosmete e fenpiroximato, que também serão analisados.

Ao término do processo de seleção artificial para resistência e para suscetibilidade ao acaricida, espera-se obter um aumento significativo na razão de resistência, além de populações com elevadas porcentagens de indivíduos homozigotos para resistência a abamectina na linhagem R e de indivíduos homozigotos para suscetibilidade ao acaricida na linhagem S.

Os ácaros *E. citrifolius* selecionados para resistência a abamectin (linhagem R) também serão avaliados quanto ao seu potencial de uso para o controle biológico de *B. yothersi*, em pomares comerciais de citros, no estado de São Paulo.

O uso de ácaros predadores da espécie *E. citrifolius* resistentes a abamectin e outros inseticidas-acaricidas poderá ser de grande importância para o manejo da leprose dos citros no Brasil, principalmente em pomares em desequilíbrio biológico, com baixa incidência de predadores, devido ao uso frequente de defensivos agrícolas para o controle de insetos (ex.: *D. citri*) e ácaros-praga.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, F.A.; OLIVEIRA, C.A.L.; BARRETO, M. Estudos da relação entre as incidências de verrugose da laranja-doce e leprose-dos-citros em frutos de laranja-Pera. **Científica**, São Paulo, v.25, n.2, p.393-402, 1997.

ALI, A.; XUE, R.; ALAM, S.K. Ecological effects of abamectin (MK-936) on natural populations of selected invertebrates in man-made ponds. **Medicine, Entomology and Zoology**, v.3, p.233-241, 1997.

ALVES, G.R.; DINIZ, A.J.F.; VIEIRA, J.M.; PARRA, J.R.P. Hóspede letal. **Cultivar HF**, 2013.

AMARAL, I. **Biologia e tabela de vida de *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) oriundos de diferentes regiões**. Dissertação (Mestrado), UNESP Jaboticabal, 2016.

ANDRADE, D.J.; Loreçon, J.R.; Siqueira, D.S.; Novelli, V.M.; Bassanezi, R.B. Space-time variability of citrus leprosis as strategic planning for crop management. **Pest Management Science**, v.74, n.1, p.798-1803, 2018.

CITRÍCOLAS DO ESTADO DE SÃO PAULO Factors affecting prevailing population levels of *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) in citrus areas affected by citrus leprosis in the State of Sao Paulo, Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v.74, n.4, p.395-402, 2018.

AMARAL, I.; MORAES, G.J. de; MELVILLE, C.C.; ANDRADE, D.J. (2018). Factors affecting prevailing population levels of *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) in citrus areas affected by citrus leprosis in the State of Sao Paulo, Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v.74, n.4, p.395-402, 2018.

ANALYTICAL SOFT. StatPlus para Windows. Disponível em: <https://www.analystsoft.com/br/products/statplus/>. Acesso em: 18 Jun 2022.

ARENA, G.D., RAMOS-GONZALES, P.L., FALK, B.W., CASTEEL, C.L., FREITAS-ASTÚA, J., MACHADO, M.A. Plant Immune system activation upon citrus leprosis virus c infection is mimicked by the ectopic expression of the p61 viral protein. **Frontiers in Plant Science**, v.7, v.1757, 2020. doi: 10.3389/fpls.2020.01188

AYRES, M.; AYRES JR., M. **BioEstat 3.0** Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá/CNPq, Belém, 2003. 291p.

BARATI, R.; HEJAZI, M.J. Reproductive parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) affected by neonicotinoid insecticides. **Experimental and Applied Acarology**, v.66, n.4, p.481-489, 2015.

BARROS, J.R.M.; BARROS, A.L.M.; CYPRIANO, M.P. **O mercado da citricultura no Brasil e as suas novas perspectivas**. CitrusBR. 2016. Disponível em: <<https://citrusbr.com/biblioteca/publicacoes-citrusbr/>>. Acesso em: 16 Nov. 2021.

BASSANEZI, R.B. **Manual de Leprose dos Citros**. Medidas essenciais de controle. Versão Atualizada. Fundecitrus: Araraquara, SP, 2019.

BASSANEZI, R.B. (2018). **Ciências e sustentabilidade para a citricultura**. Fundecitrus - Artigo 25, janeiro de 2018. Disponível em: <<https://www.fundecitrus.com.br/citricuurasusten>> Acesso em: 26 Jun. 2022.

BASSANEZI, R.B.; SPÓSITO, M.B.; YAMAMOTO, P.T. Adeus à leprose. **Cultivar**, v.2, p.6-8, 2002.

BASTIANEL, M.; NOVELLI, V.M.; KITAJIMA, E.W.; KUBO, K.S.; BASSANEZI, R.B.; MACHADO, M.A.; FREITAS-ASTÚA, J. Citrus leprosis: centennial of an unusual mite virus pathosystem. **Plant Disease**, v. 94, p.284-292, 2010.

BEARD, J.J.; OCHOA, R.; BRASWELL, W.E.; BAUCHAN, G.R. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) species complex (Acari: Tenuipalpidae) - a closer look. **Zootaxa**, v.3944, n.1, p.1-67, 2015.

BELASQUE JÚNIOR, J.; BASSANEZI, R.B.; YAMAMOTO, P. T.; AYRES, A.J.; TACHIBANA, A.; VIOLANTE, A.R.; TANK JR., A.; DI GIORGI, F.; TERSI, F.E.A.; MENEZES, G.M.; DRAGONE, J.; JANK JR., R.H.; BOVÉ, J.M. Lessons from Huanglongbing management in São Paulo state, Brazil. **Rivista di patologia vegetale**, v.92, n.2, p.285-302, 2010.

BERNARDI, O.; OMOTO, C. Manejo de resistência de insetos e ácaros a pesticidas. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A. da; PIKANÇO, M.C. (Org). **O que Engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 4 ed. Viçosa, v.1, p.495-528, 2014.

BLOMMERS, L.H.M. Integrated pest management in European apple orchards. **Annual Review of Entomology**, v.39, p.213-241, 1994.

BOVÉ, J.M. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology**, v.88, n.1, p.7-37, 2006.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, P.248-254, 1976.

CAMERON, P.J.; Hill, R.L.; BAIN, J.; THOMAS, W.P. **A review of biological control of invertebrate pests and weeds in New Zealand 1874 to 1987**. CAB International Institute of Biological Control, Farnham Royal, UK: CAB International, 1989 (Technical Communication Nº 10).

CAMPBELL, W. **Ivermectin and Abamectin**. New York: Springer Verlag, 1989, 363p.

CARDOSO, M.S.M.; VIEIRA, M.R.; FIGUEIRA, J.C.; SILVA, H.A.S. Atividade predatória de *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) Sobre *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, n.3, p.471-476, 2010.

CASARIN NFB (2010) Calda sulfocálcica em pomares de citros: evolução da resistência de

Brevipalpus phoenicis (Acari: Tenuipalpidae) e impacto sobre *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae). 95f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Esalq, Piracicaba.

CASTRO, E. B., MESA, N. C., FERES, R. J. F., de MORAES, G. J., OCHA, R., BEARD, J. J., et al. (2020). A newly available database of an important family of phytophagous mites: tenuipalpidae database. *Zootaxa* 4868, 577–583. doi: 10.11646/zootaxa. 4868.4.7

CHABI-JESUS, C.; RAMOS-GONZALEZ, P. L; POSTCLAM-BARRO, M; FONTENELE, R,S; HAKAKAVA, R; BASSANEZI, R. B; et al. (2021). Molecular epidemiology of citrusleprosis virus c: a new viral lineage and phylodynamic of the main viral subpopulations in the americas. **Frontiers in Microbiology**, v.12, p.641252. doi: 10.3389/fmicb.2021.641252.

CHIAVEGATO, L.G. Ácaros da cultura dos citros, p.601-641. In: RODRIGUES, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JR., J.; AMARO, A.A. (eds.), **Citricultura Brasileira**. 2.ed., Campinas, Cargill, v.2, 1991. 941p.

CHIAVEGATO, L.G. (1995) Avaliação da potencialidade de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) na transmissão da leprose em plantas cítricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, Caxambu, MG, 1995. Anais, p.14

CHIAVEGATO, L.G.; MISCHAN, M.M. Comportamento do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em frutos de diferentes variedades cítricas. **Científica**, Jaboticabal, v. 15, n. 1/2, p. 17-22, 1987.

CHIAVEGATO, L.G.; MISCHAN, M.M.; SILVA, M.A. Prejuízos e transmissibilidade de sintomas de leprose pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) Sayed, 1946 (Acari, Tenuipalpidae) em citros. **Científica**, v.10, p.265-271, 1982.

CHILDERS, C.C.; FRENCH, J.V.; RODRIGUES, J.C.V. *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, *B. phoenicis*, and *B. lewisi* (Acari: Tenuipalpidae): a review of their biology, feeding injury and economic importance. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 30, p. 5-28, 2003.

CHILDERS, C.C.; KITAJIMA, E.W.; WELBOURN, W.C.; RIVERA, C.; OCHOA, R. *Brevipalpus* mites on citrus and their status as vectors of citrus leprosis. **Manejo Integrado de Plagas**. **Turrialba**, v.60, p.66-70, 2001.

CLAUSEN, C.P. **Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review**. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, 1978 (Agricultural handbook n° 480).

COLETTA-FILHO, H.D.; TARGON, M.L.P.N.; TAKITA, M.A.; de NEGRI J.D., POMPEU Jr, J.; do AMARAL, A.M.; MULLER, G.W.; MACHADO, M.A. First report of the causal agent of huanglongbing (“*Candidatus Liberibacter asiaticus* in Brazil”). **Plant Disease**, v.88, p.1382, 2004.

CROFT, B.A. Management of pesticide resistance in arthropod pests. In: GREEN, M.B., MOBERG, W.K.; LEBARON, H. (eds.). **Managing resistance to agrochemicals: fundamental and practical approaches to combating resistance**. Washington, DC: American Chemical Society, 1990, p.149-168.

CROFT, B.A.; BARNES, M.M. Comparative studies on four strain of *Typhlodromus occidentalis*. Persistence of insecticide-resistant strain in apple orchard ecosystem. **Journal of Economic Entomology**, v.65, n.1, p.21-216, 1972.

CROFT, B.A.; VAN DE BAAN, H.E. Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseiid mites. **Experimental and Applied Acarology**, v.4, p.277-300, 1988.

CROPLIFE. Produção de laranjas: Brasil é líder nesse negócio. 12/08/2020. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/producao-de-laranjas-brasil-e-lider-nesse-negocio/>. Acesso em: 16 Nov. 2021.

CULLY, D.F.; VASSILATIS, D.V.; LIU, K.K.; PARESS, P.S.; VAN DER PLOEG, L.H.T.; SCHAEFFER J.M.; ARENA, J.P. Cloning of an avermectin-sensitive glutamate-gated chloride channel from *Caenorhabditis elegans*. **Nature**, v.371, p.707-711, 1994.

DEKEYSER, M.A. Review acaricide mode of action. **Pest Management Science**, v.61, p.103-110, 2005.

DENMARK, H.A.; MUMA, M.H. Some phytoseiid mites of Paraguay (Phytoseiidae: Acarina). **Florida Entomologist**, Gainesville, v.53, n.4, p.219-27, 1970.

DIETZGEN, R. G., FREITAS-ASTÚA, J., CHABI-JESUS, C., RAMOS-GONZALEZ, P. L., GOODIN, M. M., KONDO, H., et al.. Dichorhavirus in their host plants and mite vectors. **Advances in Virus Research**, v.102, p.119-148, 2018. doi: 10.1016/bs.aivir.2018.06.001.

DUNLEY, J.E.; MESSING, R.H.; CROFT, B.A. Levels and genetics of organophosphate resistance in Italian and Oregon biotypes of *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 84, p.750-755, 1991.

ENNES, M.R. **Diversidade e dinâmica populacional de ácaros em dois sistemas de produção de citros: convencional e de transição para agricultura orgânica**. 66p. Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico, São Paulo, 2017.

FERGUSON-KOLMES, L.A.; SCOTT, J.G.; DENNEHY, T.J. Dicofol resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Cross-resistance and pharmacokinetics. **Journal of Economic Entomology**, v.84, p.41-48, 1991.

FERLA, N.J.; MORAES, G.J. Oviposição dos ácaros predadores *Agistemus floridanus* Gonzalez, *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) (Acari) em resposta a diferentes tipos de alimento. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.20, p.153-155, 2003.

FERREIRA, I.V.L. **Análise do mercado da laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) no estado do Pará**. TCC (Graduação). Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), 50f. Belém, 2019.

FIELD, R.P. Control of the two-spotted mite in a Victorian peach orchard with an introduced, insecticide-resistant strain of the predatory mite *Typhlodromus occidentalis* Nesbit (Acarina: Phytoseiidae). **Australian Journal of Zoology**, v.26, p.519-527, 1978.

FIGUEIREDO, E.S. de. **Criação em larga escala de *Euseius concordis* e sua eficácia como agente de controle biológico de *Aculops lycopersici* (Acari: Phytoseiidae, Eriophyidae) em tomateiros**. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 55p. 2018.

FINNEY, D.J. **Probit Analysis**, 3rd ed. London, Cambridge University Press. 1971. 315 p.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 6.ed. São Paulo: Nobel, 1985. 189p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. Method for phytoseiid predatory rates. **FAO Plant Protection Bulletin**, v.32, n.1, p.25-27, 1984.

FOURNIER, D.; PRALAVORIO, M.; CUANY, A.; BERGE, J.B. Genetic analysis of methidathion resistance in *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology**, v.81, n.4, p.1008-1013, 1988.

FOURNIER, D.; PRALAVORIO, M.; TROTI-CAUDAL, Y.; COUON, J.; MLEZU, S.; BERGE, J.B. Sélection artificielle pour la résistance au methidathion chez *Phytoseiulus persimilis* A.H. **Entomophaga**, v.32, n.2, p.209-219, 1987.

FREITAS-ASTÚA, J., RAMOS-GONZALEZ, P. L., ARENA, G. D., TASSI, A. D., KITAJIMA, E. W. (2018) *Brevipalpus*-transmitted viruses: parallelism beyond a common vector or convergent evolution of distantly related pathogens? **Current Opinion in Virology**, v.33, p.66-73, 2018. doi: 10.1016/J.COVIRO.2018.07.010

FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. Fundecitrus. **Manual de cancro cítrico – medidas essenciais de controle**. 4ª edição. Araraquara: Fundecitrus, 2019. 47 p.

GARITA, L. C., TASSI, A. D., CALEGARIO, R. F., KITAJIMA, E. W., CARBONELL, S. A. M., FREITAS-ASTÚA, J. . Common bean: experimental indicator plant for citrus leprosis virus C and some other cytoplasmic-type *brevipalpus*-transmitted viruses. **Plant Disease**, v.97, p.1346-1351, 2013. doi: 10.1094/PDIS-12-12-1143-RE

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas de citros na atualidade, p.107-126. In: FERNANDES, O.A.; CORREIA, A.C.B.; BORTOLI, S.A. (eds.). **Manejo integrado de pragas e nematoides**. Jaboticabal, FUNEP, v.1, 243p. 1990.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas dos citros: Adequação para o manejo do solo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 14, p.401-419, 1993.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas em citros: uma visão atual, p.41-56. In: DONADIO, L.C.; GRAVENA, S. (eds.), **Manejo integrado de pragas dos citros**. Campinas, Fundação Cargill, 1994. 310p.

GRAVENA, S. Predação do ácaro da leprose. **Informativo Agropecuário Coopercitrus**, Bebedouro, v.14, n.165, p.12, 2000.

GRAVENA, S.; BENETOLI, I.; MOREIRA, P.H.R.; YAMAMOTO, P.T. *Euseius citrifolius*

Denmark & Muma predation on citrus leprosis mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Phytoseiidae: Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, p.209-218, 1994.

GUIRALDO, N; SILVERIO, J. L. Leprose e declínio: problemas sérios da citricultura paulista. **Laranja**, v. 13, n.2, p. 541-552, 1992.

HABIG, W.H.; PABST, M.J.; JAKOBY, W.B. Glutathione S-transferases, the first step in mercapturic acid formation. **Journal of Biological Chemistry**, v.22, p.7130-7139, 1974.

HASSE, G. **A Laranja no Brasil 1500 – 1987**, a História da Agroindustria Citrica Bras. Editora Duprat Iobe. 1987.

HELLE, W.; SABELIS, M.W. (eds.) **Spider mites: Their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1985, v.1B, 458p.

HERNANDES, L.M.; AMARAL, F.S.R.; LOFEGO, A.C. *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae) como um potencial predador de *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ACAROLOGIA, 3, **Anais**. Pirenópolis, 2018.

HOY, M.A. Pesticide resistance in arthropod natural enemies: variability and selection responses. In: ROUSH, RT.; TABASHK. B.E. (Ed.). **Pesticide resistance in arthropods**. New York: Chapman and Hall, 1990. p.203-236.

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

HOY, M.A.; FLAHRTY, D.L.; PEACOC, W.; CULVER, D. Vineryard and laboratory evolutions of methomyl, dimethoate, and permethrin for gape pest management program in the San Joaquin Valley of California. **Journal of Economic Entomology**, v.72, p.250-255, 1979.

HOY, M.A.; KNOP, N.F. Selection fr and genetic analysis of permethrin resistance in *Metaseiulus occidentalis*: genetic improvement of biological control agent. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.30, p.10-18, 1981.

HOY, M.A.; OUYANG, Y.L. Selection of the westem predatory mite, *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae), for resistance to abamectin. **Journal of Economic Entomology**, v.82, p.35-40,1989.

HUSSEY, N.W.; SCOPES, N.E.A. Greenhouse vegetables. In: HILLE, W.; SABELIS, M.W. (Ed.). **Spider mites: their biology, natural enemies, and control**. Amsterdam: Elsevier, 1985. v.1b, p.285-298.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Produção Agrícola nacional e regional. Disponível em: <<http://www2.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

IRAC-BR - Comitê Brasileiro de Ação à Resistência a Inseticidas (IRAC-BR) 2022. Modo de ação de inseticidas e acaricidas. Disponível em: <https://www.irac-br.org/modo-de-acao>. Acesso em: 20 Nov. 2022.

JANSSON, R.K.; DYBAS, R.A. Avermectins: Biochemical mode of action, biological

activity and agricultural importance. In ISHAAYA I.; DEGHEELE, D. (eds.). **Insecticides with Novel Modes of Action: mechanisms and application**. Applied Agriculture. Berlin, Heidelberg: Springer. 1998, p.152-170. doi:10.1007/978-3-662-03565-8_9

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

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

KITAJIMA, E.W.; MÜLLER, G.M.; COSTA, A.S. Partículas baciliformes associadas à leprose dos citros. p.419-438. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1. Campinas, SBF, **Anais**, v.2, 1971. 810p.

KITAJIMA, E.W.; ALBERTI, G. Anatomy and fine structure of *Brevipalpus* mites (Tenuipalpidae)—economically important plant-virus vectors. Part 7. Ultrastructural detection of cytoplasmic and nuclear types of Brevipalpus-transmitted viruses. **Zoologica**, v.160, p.173-192, 2014.

KITAJIMA, E.W.; CHAGAS, C.M.; RODRIGUES, J.C.V. *Brevipalpus* transmitted plant virus and virus-like diseases: cytopathology and some recent cases. **Experimental and Applied Acarology**, v.30, p.135-160, 2003. doi: 10.1023/B:APPA.0000006546.553 05.e3

KOGAN, M. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.43, p.243-270, 1998.

KOMATSU, S. S. **Aspectos biológicos de *Euseius concordis* (Chant, 1959) (Acari: Phytoseiidae) e seletividade dos acaricidas convencionais nos citros**, 1988 (Dissertação Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba.

KRANTZ, G.W. **A manual of acarology**. 2 ed. Corvallis: Oregon St. Univ. Book Stores, 1978. 509 p.

LAL, L. Biology of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina: Tenuipalpidae). **Acarologia**, v.20, n.1, p.97-101, 1978.

LARANJEIRA, F.F.; SILVA, S.X.B.; ANDRADE, E.C.; ALMEIDA, D.O.; SILVA, T.S.M.; SOARES, A.C.F.; FREITAS-ASTUÁ, J. Infestation dynamics of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) in citrus orchards as affected by edaphic and climatic variables. **Experimental and Applied Acarology**, v.66, n.4, p.491-508, 2015.

LEON, G.A.; REALPE, C.E.; GARZON, P.A.; RODRIGUEZ, J.A.; MORENO P., M.G.; CHILDERS, C.C.; ACHOR, D.; FREITAS-ASTUA, J.; ANTONIOLI-LUIZON, R.; SALAROLI, R.B.; MESA C., N.C.; KITAJIMA, E. W. Occurrence of citrus leprosis virus in Llanos Orientales, Colombia. **Plant Disease**, v.90, p.682-682, 2006.

LOCALI-FABRIS E, FREITAS-ASTÚA J, SOUZA AA, TAKITA MA, ASTU'a-MONGE G, ANTONIOLI-LUIZONI R, RODRIGUES V, TARGON MLPN, MACHADO MA Complete nucleotide sequence, genomic organization and phylogenetic analysis of Citrus leprosis virus cytoplasmic type. **Journal of General Virology**, v.87, p.2721-2729, 2006.

LOCALI-FABRIS, E.; FREITAS-ASTÚA, J.; MACHADO, M.A. Genus *Cilevirus*. In: KIN, A.M.Q.; ADAMS, M.J.; CARSTENS, E.B.; LEFKOWITZ, E.J. (eds) **Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses: ninth report of the international committee on taxonomy of viruses**. Elsevier: San Diego, p.1139–1142, 2012.

LOFEGO, A. C.; MORAES, G. J. Ácaros (Acari) associados a mirtáceas (Myrtaceae) em áreas de Cerrado no estado de São Paulo com análise faunística das famílias Phytoseiidae e Tarsonemidae. **Neotropical Entomology**, v.35, n.6, p.731-746, 2006.

LOPES, P.C. **Eficiência de populações de *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) e espécies afins no controle do microácaro-do-tomateiro, *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae)**. 76p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba. 2015.

MARQUES, C. C., DE OLIVEIRA, C. H. C. M., DE OLIVEIRA, C. R.F., MATIOLI, A.L.; NETO, I.F.D. A.L. Biologia e tabela de vida do ácaro predador *Euseius concordis* (Chant, 1959) (Acari: Phytoseiidae) em pinhão-mansão. **Revista Caatinga**, v.28, n.2, p.249-255, 2015.

MARSARO JR, A.L.; SATO, M.E; AGUIAR, R.M.; VIEIRA, G.B.; SILVA JR, R.J. da; MINEIRO, J.D.C. Efeito de acaricidas sobre *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst) (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores em citros no Estado de Roraima, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 1, p. 75-83, 2012.

MARSARO JR, A.L; NÁVIA, D.; GONDIM, JR.M. G; SILVA, F.R; MORAES, G.J. Chegou ao Brasil - o ácaro vermelho das palmeiras *Raoiella indica*. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, v. 57, p. 31, 2009.

MARWICK, N.P. Detecting variability and selecting for pesticide resistance into two species of Phytoseiidae mites. **Entomophaga**, v.31, p.225-236, 1986.

MASCHIO, F. **Ações adotadas pelo citricultor para o manejo do Huanglongbing (HLB, Greening) no Parque Citrícola Paulista**. 2011. 29 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Fundo de Defesa da Citricultura, Araraquara, 2011.

MASON, P.G.; HUBER, J.T. **Biological control programmes in Canada, 1981-2000**. Wallingford: CABI, 2002.

MATIOLI, A.L. **Aspectos taxonômicos e bioecológicos de ácaros predadores Stigmaeidae (Acari) de ocorrência em citros**. 2002. 82f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

McMURTRY, J.A; MORAES, G.; FAMASH S.N. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic and Applied Acarology**, v.18, n.4, p.297-320, 2013. doi: 10.11158/saa.18.4.1.

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

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

MELO, J.W.S., DOMINGOS, C.A., GALVÃO, A.S., GONDIM Jr., M.G.C., MORAES, G.J.. Biologia do ácaro predador *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) em diferentes temperaturas. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v.31, n.3, p.391-396, 2009.

MELZER, M. J., SIMBAJON, N., CARILLO, J., BORTH, W. B., FREITAS-ASTÚA, J., KITAJIMA, E. W., et al. (2013) A cilevirus infects ornamental hibiscus in Hawaii. **Archives of Virology**, v.158, p.2421-2424, 2013. doi: 10.1007/s00705-013-1745-0

MESA, N. C.; OCHOA, R.; WELBOURN, W. C.; EVANS, G. A.; MORAES, G. J. A catalog of the Tenuipalpidae (Acari) of the world with a key to genera. **Zootaxa**, v.2098, n.1, p.1-185, 2009.

MINEIRO, J.L.C.; SATO, M.E.; NOVELLI, V.M.; ANDRADE, D.J. Distribuição de *Brevipalpus yothersi* Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae) em diferentes hospedeiras e localidades no estado de São Paulo. REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 28, São Paulo, 2015.

MINEIRO, J.L.C.; SATO, M.E.; RAGA, A.; ARTHUR, V. Population dynamics of phytophagous and predaceous mites on coffee in Brazil, with emphasis on *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.44, p.277-291, 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. 2022. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 17 Nov. 2022.

MIRANDA, M.P.; VOLPE, H.X.L.; VEIGA, A.C.P.; ZANARDI, O.Z.; BASSANEZI, R.B.; ANDRADE, D.J.; CARMO-SOUSA, M. Manejo de insetos e ácaros vetores fitopatógenos nos citros. **Informe Agropecuário**, v.38, p.1-25, 2017.

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

MORAES, G.J.; LIMA, H.C. Biology of *Euseius concordis* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) a predator of the tomato russet mite. **Acarologia**, v.24, n.3, 251-255, 1983.

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Phytoseiid mites (Acarina) of northeastern Brazil with descriptions of four new species. **International Journal of Acarology**, v.9, n.3, p. 131-148, 1983.

MORAES, G.J.; OLIVEIRA, J.V. Phytoseiid mites os coastal Pernambuco, in northeastern Brazil. **Acarologia**, v.23, n.4, p.315-8, 1982.

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

MORAES, G.J.; McMURTRY, J.A. Biology of *Amblyseius citrifolius* (Denmark & Munia) (Acarina: Phytoseiidae). **Hilgardia**, v.49, p.1-20, 1981.

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

MORAES, G.J.; SÁ, L.A.N. (1995). Perspectivas do controle biológico do ácaro da leprose em citros In: OLIVEIRA, C.A.L. de; DONADIO L.C. (Ed.). **Leprose dos citros.** Jaboticabal: FUNEP, 1995. p.117-128.

MOREIRA, P.H.R. **Ocorrência, dinâmica populacional de ácaros predadores em citros e biologia de *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae).** 1993. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

NEUENSCHWANDER, P.; BORGEMEISTER, C.; LANGEWALD, J. **Biological control in IPM systems in Africa.** CABI, Wallingford. 2003.

NEVES, E.M.; RODRIGUES, L.; DRAGONE, D.S.; DAYO, U.B.M. Efeitos alocativos na citricultura: um comparativo entre os anos de crise e de euforia. **Laranja**, v.24, n.1, p.1-17, 2003.

NEVES, E.M.; RODRIGUES, L.; GASTALDI, H.L.G. Defensivos agrícolas e custos na produção de citros. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.1, n.2, p.127-131, 2004.

NICASTRO, R.L.; SATO, M.E.; ARTHUR, V.; SILVA, M.Z. Chlorfenapyr resistance in the spider mite *Tetranychus urticae*: stability, cross-resistance and monitoring of resistance. **Phytoparasitica**, v.41, p.503-513, 2013.

NUNES, M. A., et al. (2019). Draft genome assembly of the false spider mite *Brevipalpus yothersi*. **Microbiology Resource Announcements**, v.8, p. e01563–18. doi: 10.1128/mra.01563-18.

NUNES, M.A.; OLIVEIRA, C.A.L.; OLIVEIRA, M.L.; KITAJIMA, E.W.; HILF, M.E.; GOTTWALD, T.R.; FREITAS-ASTÚA, J. Transmission of *Citrus leprosis virus C* by *Brevipalpus phoenicis* (Gejiskes) to alternative host plants found in citrus orchard. **Plant Disease**, v.96, n.7, p.968-972, 2012.

OATMAN, E.R., McMURTRY J.A.; GILSTRAP, F.E.; VOTH, V. Effect of releases of *Amblyseius californicus* on the twospotted spider mite on strawberry in southern California. **Journal Economic Entomology**, v.70, p. 638-640, 1977.

OLIVEIRA, C.A.L. Aspectos ecológicos do *Brevipalpus phoenicis*. In: OLIVEIRA, C.A.L.; DONADIO, L.C. (Eds.). **Leprose dos citros.** Jaboticabal: FUNEP. 1995. p.37-48.

OLIVEIRA, C.A.L. Flutuação populacional e medidas de controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.6, n.1, p.1–32, 1986.

OMOTO, C. Avanços na implementação de estratégias de manejo da resistência do ácaro-da-leprose, *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae), a acaricidas em pomares de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., Gramado, 2004. **Anais**, p.128.

OMOTO, C.; ALVES, E.B.; RIBEIRO, P.C. Detecção e monitoramento da resistência de

Brevipalpus phoenicis (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) ao dicofol. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.4, p.757-764, 2000.

PASCUAL-RUIZ, S.; GOMEZ-MARTINEZ, M.A.; AANSALONI, T.; SEGARRA-MORAGUES, J.G.; SABATER-MUNOZ, B.; JACAS, J.A. Genetic structure of a phytophagous mite species affected by crop practices: the case of *Tetranychus urticae* in clementine mandarins. **Experimental and Applied Acarology**, v.62, p.477-498, 2014.

PENMAN, D.R.; WEARING, C.H.; COLYER, E.; THOMS, W.P. The role of insecticide-resistant phytoseiids in integrated mite control in New Zealand. In: RODRIGUS, J.G. (Ed.) **Recent advances in acarology**, vol. 1. New York: Academic Press. 1979. p.59-69.

POLETTI, M. **Variabilidade inter e intraespecífica na suscetibilidade de ácaros fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) a dicofol e deltametrina em citros**. 78f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” USP, Piracicaba. 2002.

PONTIER, K.J.B.; MORAES, G.J.; KREITER, S. Biology of *Tenuipalpus heveae* (Acari, Tenuipalpidae) on rubber tree leaves. **Acarologia**, v.41, n.4, p.423-427, 2000.

PROTECITRUS. Produtos para proteção da Citricultura (Citrus Protection Products). Disponível em: https://www.citrosuco.com.br/wpcontent/uploads/2021/08/protecitrus_2021-08-13.pdf. Acesso em: 25 Out 2021.

QUITO-AVILA, D.F.; FREITAS-ASTÚA, J.; MELZER, M. J. Bluner-, cile-, and higreviruses (Kitaviridae), p.247-251. In: ROITBERG, B.D. (ed). **Reference Module in Life Sciences**, Elsevier: Amsterdam, 2021. doi: 10.1016/B978-0-12-809633-8.21248-X

RAGA, A.; SATO, M.E.; CERÁVOLO, L.C.; ROSSI, A.C. Distribuição de ácaros predadores em laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.19, p.23-25, 1996.

RAMOS-GONZÁLEZ, P. L.; CHABI-JESUS, GUERRA-PERAZA O, BRETON MC, ARENA GD, NUNES MA, KITAJIMA EW, MACHADO MA, FREITAS-ASTÚA, J. (2016) Phylogenetic and molecular variability studies reveals a new genetic clade of Citrus leprosis virus C. *Viruses* 8:153. doi:10.3390/v8060153

RAMOS-GONZÁLEZ, P.L.; CHABI-JESUS, C.; GUERRA-PERAZA, O.; TASSI, A.D.; KITAJIMA, E.W.; HARAKAVA, R.; SALAROLI, R.B.; FREITAS-ASTÚA, J. Citrus leprosis virus N: a new species of dichorhavirus causing citrus leprosis symptoms. **Phytopathology**, v.107, p.963-976, 2017. <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-02-17-0042-R>

RAMOS-GONZÁLEZ, P. L.; CHABI-JESUS, C.; BANGUELA-CASTILLO, A.; TASSI, A. D., RODRIGUES, M., da, C., et al. Unveiling the complete genome sequence of clerodendrum chlorotic spot virus, a putative dichorhavirus infecting ornamental plants. **Archives of Virology**, v.163, p.2519-2524, 2018. doi: 10.1007/s00705-018-3857

RAMOS-GONZÁLEZ, P. L.; DOS SANTOS, G. F.; CHABI-JESUS, C.; HARAKAVA, R.; KITAJIMA, E. W.; FREITAS-ASTÚA, J. Passion fruit green spot virus genome harbors a new orphan ORF and highlights the flexibility of the 5'-end of the RNA2 segment across cileviruses. **Frontiers in Microbiology**, v.11, p.206, 2020. doi: 10.3389/fmicb.2020.00206

RASMY, A.H. Mass rearing of the predator mite *Agistemus exsertus*. **Anzeiger-FurSchadlingskunde,-Pflanzen-Und-Umweltschutz**, v.48, p.55-56, 1975.

REIS, P.R.; TEODORO, A.V. Efeito de oxiclureto de cobre na reprodução do ácaro-vermelho-do-cafeeiro, *Oligonychus ilicis* (Mc Gregor, 1917). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.347-352, 2000.

RODRIGUES, J.V.C.; MACHADO, M.A. Notes on a probable respiratory apparatus in eggs of *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae). **Internacional Journal of Acarology**, v.25, n.3, p.231-234, 1999.

RODRIGUES, J.C.V. **Leprose dos citros, cito-histopatologia, transmissibilidade e relação com o vetor *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae)**. Dissertação (Mestrado). CENA/USP. Piracicaba, SP. 1995.

RODRIGUES, J.C.V. **Relações patógeno-vetor-planta no sistema leprose dos citros**. Tese (Doutorado). CENA/USP. Piracicaba, SP. 2000.

RODRIGUES, J.C.V.; KITAJIMA, E. W.; CHILDERS, C. C.; CHAGAS, C. M. *Citrus leprosis virus* vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) in citrus in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v.30, n.1-3, p.161-179, 2003.

RODRIGUES, J.C.V.; OLIVEIRA, C.A.L. Ácaros fitófagos dos citros. In: MATTOS JÚNIOR, D.; NEGRI, J. D. de; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Eds.) **Citros**. Campinas: Fundag, 2005. p.691-727.

ROUSH, R. T.; HOY, M.A. Genetic improvement of *Metaseiulus occidentalis*: selection with methomyl, dimethoate, and carbaryl and genetic analysis of carbaryl resistance. **Journal of Economic Entomology**, v. 74, p.138-141, 1981.

ROY, A.; HARTUNG, J.S.; SCHNEIDER, W.L.; SHAO, J.; LEON, M.G.; MELZER, M.J.; BEARD, J.J.; OTERO-COLINA, G.; BAUCHAN, G.R.; OCHOA, R.; BRLANSKY, R.H. Role bending: complex relationships between viruses, hosts and vectors related to citrus leprosis, an emerging disease. **Phytopathology**, v.105, n.7, 1013-1025, 2015.

ROY, A.; STONE, A.; OTERO-COLINA, G.; WEI, G.; CHOUDHARY, N.; ACHOR, D.; SHAO, J.; LEVY, L.; NAKHLA, M.K.; HOLLINGSWORTH, C.R.; HARTUNG, J.S.; SCHNEIDER, W.L.; BRLANSKY, R.H. Genome assembly of Citrus Leprosis Virus nucleartype reveals a close association with orchid fleck virus. **Genome Announcements**, Washington, v.4, n.1, p.1-2, 2013.

SALINAS-VARGAS, D.; SANTILLÁN-GALICIA, M.T.; GUZMAN-FRANCO, A.W.; HERNANDEZ-LOPES, A.; ORTEGA-ARENAS, L.D.; MORA-AGUILERA, G. Analysis of genetic variation in *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) populations from four species of citrus host plants. **PLoS ONE**, v.11, n.10, e0164552. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164552>, 2016.

SALVADOR, A. **Biologia e sensibilidade a agroquímicos de duas morfoespécies do complexo *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae)**. 56p. Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico, São Paulo, 2015.

SALVO FILHO, A. de; SALVO, S. de. Tratamentos fitossanitários dos citros. 1991. **Laranja**, v.12, n.2, p.289-313, 1991.

SANTOS, M.A.; LAING, J.E. Stigmaeid predators. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. **Spider mites**. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers, 1985. p.197-203.

SATO, M.E. Perspectivas do uso de ácaros predadores no controle biológico de ácaros-praga na citricultura. **Laranja**, v.26, n.2, p.291-305, 2005a.

SATO, M.E.; SILVA, M.Z.; RAGA, A.; SOUZA FILHO, M.F. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. **Neotropical Entomology**, v.34, n.6, p.991-998, 2005b.

SATO, M.E.; MIYATA, T.; KAWAI, A.; NAKANO, O. Methidathion resistance mechanisms in *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.69, p.1-12, 2001.

SATO, M.E.; TANAKA, T.; MIYATA, T. Monooxygenase activity in methidathion resistant and susceptible populations of *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.39, n.1, p. 13-24, 2006.

SATO, M.E.; RAGA, A.; CERÁVOLO, L.C.; ROSSI, A.C.; POTENZA, M.R. Ácaros predadores em pomar cítrico de Presidente Prudente, Estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, p.435-441, 1994.

SATO, M.E.; SILVA, M.; GONÇALVES, L.R.; SOUZA FILHO, M.F.; RAGA, A. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. **Neotropical Entomology**, v.31, p.449-456, 2002.

SATO, M.E.; SILVA, M.Z. da; CANGANI, K.G.; RAGA, A. Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) ao acaricida clorfenapir. **Bragantia**, v.66, n.1, p.89-95, 2007.

SATO, M.E.; SILVA, M.Z.; SOUZA FILHO, M.F.; RAGA, A. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ACAROLOGIA, 1, 2006. Resumos. Viçosa. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. p.169, 2006.

SENAR - Com mais da metade da produção mundial de suco de laranja, frutas cítricas no Brasil potencializam o PIB nacional. Disponível em: <<https://cnabrasil.org.br/noticias/com-mais-da-metade-da-produ%C3%A7%C3%A3o-mundial-de-suco-de-laranja-frutas-c%C3%ADtricas-no-brasil-potencializam-o-pib-nacional>>. Acesso: 25/07/2022

SEPASGOSARIAN, H. The world species of the superfamily Raphignatoidea. **Zeitschrift fuer Angewandte Zoologia**, Berlin, v.72, p.437-478, 1985.

SILVA, M.Z. da; SATO, M.E.; OLIVEIRA, C.A.L. de. Diversidade e dinâmica populacional de ácaros em pomar cítrico. **Bragantia**, v.71, n.2, p.210-218, 2012.

SILVA, M.Z. **Potencialidade do *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari:**

Phytoseiidae) na predação de ácaros fitófagos na cultura dos citros no Estado de São Paulo. 2005. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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

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

SINICO, T.E.; NUNES, M.A.; KITAJIMA, E.W.; CUNHA, B.A.; NOVELLI, V.M. Notes on the embryological development of the *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae). **Acarologia**, v.62, n.1, p.113-119, 2022.

STOCCO, R.S.M.; SATO, M.E.; SANTOS, T.L. Stability and fitness costs associated with etoxazole resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.69, n.4, p.413-425, 2016.

STRICKLER, K.A.; CROFT, B.A. Selection for permethrin resistance in the predatory mite, *Amblyseius fallacis* Garman (Acarina: Phytoseiidae). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.31, p.339-345, 1982.

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

STUMPF, N.; NAUEN, R. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.72, p.111-121, 2002.

STUMPF, N.; NAUEN, R. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, v.94, p.1577-1583, 2001.

SZCZEPANIEC, A.; RAUPP, M.J. Direct and indirect effects of imidacloprid on fecundity and abundance of *Eurytetranychus buxi* (Acari: Tetranychidae) on boxwoods. **Experimental and Applied Acarology**, v.59, n.3, p.307- 318, 2012.

TASSI A.D.; GARITA-SALAZAR, L.C.; AMORIM, L.; NOVELLI, V.M.; FREITAS-ASTUA, J.; CHILDERS, C.C.; KITAJIMA, E.W. Virus-vector relationship in the citrus leprosis pathosystem. **Experimental and Applied Acarology**, v.71, p.227-241, 2017.

TASSI A.D.; RAMOS-GONZÁLEZ, P.L.; SINICO, T.E., FREITAS-ASTUA, J.; KITAJIMA, E.W. Circulative transmission of cileviruses in brevipalpus mites may involve the paracellular movement of virions. **Frontiers in Microbiology**, v.6, n.13, p.836743, 2022. DOI: 10.3389/fmicb.2022.836743.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE / FOREIGN AGRICULTURAL SERVICES. (USDA – FAS). Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/>

psdonline/circulars/citrus.pdf, 2019. Acesso em: 16 Nov. 2021.

van ASPEREN, K. A study of housefly esterases by means of a sensitive colorimetric method. **Journal of Insect Physiology**, v.8, p.401-416, 1962.

van de VRIE, M.; McMURTRY, J.A.; HUFFAKER, C.B. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review. III. Biology, ecology, and pest status, and host-plant relations of tetranychids. **Hilgardia**, v.41, p.387-403, 1972.

Van HOUTEN, Y.M.; ROTHE, J.; BOLCKMANS, K.J.F. The generalist predator *Typhlodromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae): a potential biological control agent of thrips and whiteflies. **IOBC WPRS Bulletin**, v.32, p.237-240. 2008.

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**, Amsterdam, v.74, p.225-234, 1995.

van LEEUWEN, T., VONTAS, J., TSAGKARAKOU, A., DERMAUW, W., TIRRY, L. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v.40, n.8, p.563-572, 2010

WANG, N.; PIERSON, E.A.; SETUBAL, J.C.; XU, J.; LEVY, J.G.; ZHANG, Y.; LI, J.; RANGEL, L.T.; MARTINS JUNIOR, J. The *Candidatus* Liberibacter-Host interface: insights into pathogenesis mechanisms and disease control. **Annual Review of Phytopathology**, v.55, p.451-482, 2017.

WATERHOUSE, D.F.; SANDS, D.P.A. **Classical biological control of arthropods in Australia**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 2001 (Acari monograph n° 77).

WEEKS, A.R.; MAREC, F.; BREEUWER, J.A.J. A mite species that consists entirely of haploid females. **Science**, v.292, p.2479-2483, 2001.

WYCKHUYS, K. A. G; LU, Y.; MORALES, H.; VAZQUEZ, L. L.; LEGASPI, J. C.; ELIOPOULOS, P. A.; HERNANDEZ, L. M. Current status and potential of conservation biological control for agriculture in the developing world. **Biological Control**, v.65, n.1, p.152-167, 2013. doi: 10.1016/j.biocontrol.2012.11.010

XU, Y.; ZHANG, Z.Q. *Amblydromalus limonicus*: a “new association” predatory mite against an invasive psyllid (*Bactericera cockerelli*) in New Zealand. **Systematic and Applied Acarology**, v.20, n.4, p.375-382, 2015.

ZAHER, M.A.; ELBADRY, E.A. Life history of the predatory mite *Agistemus fleschneri* Summers, and effect of nutrition on its biology. **Bulletin of the Entomological Society of Egypt**, v. 45, p. 375-385, 1961.