



**Efeito de extratos vegetais sobre *Brevipalpus yothersi* Baker e *Brevipalpus papayensis* Baker (Acari: Tenuipalpidae) e sobre o ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae)**

**Eveli Macedo**

Dissertação apresentada ao Instituto Biológico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, para obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de Concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema

Orientador: Prof. Dr. Mário Eidi Sato

**São Paulo**

**2018**

**Eveli Macedo**

**Efeito de extratos vegetais sobre *Brevipalpus yothersi* Baker e *Brevipalpus papayensis* Baker (Acari: Tenuipalpidae) e sobre o ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae)**

Dissertação apresentada ao Instituto Biológico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, para obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de Concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema

Orientador: Prof. Dr. Mário Eidi Sato

**São Paulo**

**2018**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Eveli Macedo

Título: Efeito de extratos vegetais sobre *Brevipalpus yothersi* Baker e *Brevipalpus papayensis* Baker (Acari: Tenuipalpidae) e sobre o ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da 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: 07 / 08 / 2018

### Banca Examinadora

Prof. Dr. Mário Eidi Sato

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade

Instituição: FCAV - UNESP Jaboticabal

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Valter Arthur

Instituição: CENA - USP Piracicaba

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Eu **Eveli Macedo**, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico, de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte.

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data / / \_\_\_\_\_

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Secretaria de  
Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo Núcleo de  
Informação e Documentação – IB**

---

Macedo, Eveli.

Efeito de extratos vegetais sobre *Brevipalpus yothersi* Baker e *Brevipalpus papayensis* Baker (Acari: Tenuipalpidae) e sobre o ácaro predador *Euseius citri – folius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). / Eveli Macedo. - São Paulo, 2018.

42 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2018.D.EM013

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.  
Linha de pesquisa: Manejo integrado de pragas e doenças em ambientes rurais e urbanos.

Orientador: Mário Eidi Sato.

Versão do título para o inglês: Effect of plant extracts on *Brevipalpus yothersi* Baker and *Brevipalpus papayensis* Baker (Acari: Tenuipalpidae) and on the predaceous mite *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae).

1. Pimenta-do-reino 2. Alho 3. Cyflumetofen 4. Piridabem 5. Controle biológico I.  
Macedo, Eveli II. Sato, Mário Eidi III. Instituto Biológico (São Paulo)  
IV. Título.

IB/Bibl./2018/013

---

### **Dedico e ofereço**

Aos meus pais e família pelo apoio incondicional desde o início e ao meu companheiro de vida, Bruno, por não só me apoiar, mas dividir comigo e me ajudar a enfrentar a vida.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por poder vivenciar esta experiência e me fortalecer nos momentos difíceis.

A **Pós Graduação do Instituto Biológico** pela oportunidade de expandir meu conhecimento e ver o quão vasto é o mundo científico.

A meu companheiro na vida **Bruno**, por estar sempre ao meu lado, meu imenso amor.

Aos meus pais **Benedito e Maria, minhas irmãs Eliana e Elaine e suas famílias** que mesmo não tendo a mesma oportunidade se esforçaram para me proporcionar sempre o melhor e me deram o que há de mais valioso, o amor.

A **Kátia, Rubens, Thaís e Rodrigo** por ser minha família, vibrarem nas minhas conquistas e me apoiarem nos momentos difíceis.

Meu agradecimento especial ao meu orientador **Dr. Mário Sato**, por sempre me apoiar, pelas conversas e conselhos, por dividir seu vasto conhecimento, pela paciência e por me acalmar nos momentos que precisei, minha profunda admiração pelo profissional ético e minha gratidão.

Aos membros da banca examinadora **Dr. Daniel Júnior de Andrade e Dr. Valter Arthur** que contribuíram com seu conhecimento e foram fundamentais para melhoria deste trabalho.

Ao **Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro** pelos ensinamentos, por colaborar com meu trabalho e pela amizade.

A **equipe do Laboratório Biológico** da Iharabrás, pelo apoio, ajuda e amizade, sem vocês nada seria possível.

A minha amiga **Thaís** pelo apoio, pelos conselhos e por estar sempre ao meu lado.

A empresa **Iharabrás** pela oportunidade de expandir meu conhecimento.

A **equipe do Laboratório de Acarologia** que foram sempre solícitos.

A FAPESP pelo apoio financeiro à pesquisa.

A **décima turma de mestrado** do IB (2016/2018) pela convivência e pela oportunidade de conhecê-los.

## RESUMO

MACEDO, Eveli. **Efeito de extratos vegetais sobre *Brevipalpus yothersi* Baker e *Brevipalpus papayensis* Baker (Acari: Tenuipalpidae) e sobre o ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae).** 2018. 46f. 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, 2018.

Uma das principais causas de perdas na produção de citros é a leprose do citros (CiLV), doença viral transmitida por ácaros do gênero *Brevipalpus* (ex.: *B. yothersi*, *B. papayensis*). O controle dos ácaros vetores é realizado principalmente com acaricidas sintéticos que causam desequilíbrio biológico, afetando severamente as populações de ácaros predadores da família Phytoseiidae. O objetivo da pesquisa foi avaliar o potencial de uso dos extratos vegetais de *Allium sativum* L. (alho) e *Piper nigrum* L. (pimenta-do-reino) para o controle de *Brevipalpus* spp., visando estabelecer medidas alternativas para o manejo desses ácaros-praga, com menor impacto no agroecossistema. Avaliou-se o efeito de extratos vegetais de alho e pimenta sobre duas espécies de ácaros vetores (*B. yothersi* e *B. papayensis*) e uma espécie de ácaro predador (*E. citrifolius*), considerada de grande importância para o controle biológico de *Brevipalpus* spp. no estado de São Paulo. Os extratos vegetais foram comparados com acaricidas sintéticos (piridabem e cyflumetofen) comumente utilizados em citros no país. Os experimentos foram conduzidos no laboratório biológico da IHARA, em Sorocaba, SP, e no Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico, em Campinas, SP. Os extratos vegetais foram obtidos por meio de hidrodestilação de amostras de pimenta-do-reino e alho. Foram conduzidos testes de efeito tóxico dos voláteis dos extratos vegetais e acaricidas em *B. yothersi* e *B. papayensis*. Foram realizados também testes de repelência dos extratos vegetais e acaricidas sobre as duas espécies de *Brevipalpus*. Além disso, avaliou-se o efeito dos produtos sobre a mortalidade de *B. yothersi*, *B. papayensis* e *E. citrifolius*, pulverizando-os sobre os adultos do ácaros fitófagos e predadores, em torre de Potter. Observou-se contraste entre *B. yothersi* e *B. papayensis* quanto à sensibilidade aos extratos de alho e de pimenta, com maior suscetibilidade observada para *B. papayensis* aos dois extratos vegetais avaliados. Foram observadas mortalidades de até 90% e 100% para *B. yothersi* e *B. papayensis*, respectivamente, considerando-se apenas os voláteis dos extratos vegetais. Os acaricidas sintéticos testados (cyflumetofen e piridabem) apresentaram menor toxicidade por fumigação que os extratos vegetais, porém, foram mais efetivos no controle de *B. yothersi* e *B. papayensis*, com menores valores de concentração letal média (CL<sub>50</sub>), quando pulverizados sobre os ácaros. Os dois extratos vegetais apresentaram efeito repelente sobre os ácaros testados, com maior atividade repelente (97,8%) observada para o extrato de alho em *B. yothersi*. Ambos os extratos vegetais testados mostraram elevado potencial de uso para o controle de *Brevipalpus* spp., com destaque para o óleo de pimenta, que apresentou valores de CL<sub>50</sub> iguais ou inferiores a 235,2 ppm, quando pulverizado sobre as duas espécies do ácaro-praga. Os extratos de pimenta e alho mostraram-se inócuos aos adultos do ácaro predador *E. citrifolius*.

Palavras chave: Pimenta-do-reino, alho, cyflumetofen, piridabem, controle biológico.

## ABSTRACT

MACEDO, Eveli. **Effect of plant extracts on *Brevipalpus yothersi* Baker and *Brevipalpus papayensis* Baker (Acari: Tenuipalpidae) and on the predaceous mite *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae).** 2018. 46f. 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, 2018.

One of the main causes of losses in citrus production is the citrus leprosis (CiLV), a viral disease transmitted by mites of the genus *Brevipalpus* (e.g. *B. yothersi*, *B. papayensis*). The control of the vector mites is mainly carried out with the use of synthetic acaricides that cause biological disequilibrium, affecting severely the populations of predatory mites of the family Phytoseiidae. The objective of this research was to evaluate the potential use of the plant extracts of *Allium sativum* L. (garlic) and *Piper nigrum* L. (black pepper) for the control of *Brevipalpus* spp., in order to establish alternative measures for the management of these mites with less impact on the agroecosystem. The effect of garlic and black pepper extracts was evaluated on two species of vector mites (*B. yothersi* and *B. papayensis*) and a predatory mite species (*E. citrifolius*), considered of great importance for the biological control of *Brevipalpus* spp. in the State of Sao Paulo. The plant extracts were compared with synthetic acaricides (pyridaben and cyflumetofen) commonly used in citrus in the country. The experiments were carried out in the biological laboratory of Ihara, in Sorocaba, State of São Paulo (SP), and in the Laboratory of Acarology of Biological Institute, in Campinas, SP. The plant extracts were obtained with hydrodistillation of pepper and garlic samples. Volatile toxicity tests were conducted on *B. yothersi* and *B. papayensis* using the plant extract and chemical acaricides. Repellency tests of the plant extracts and acaricides were also carried out using the two *Brevipalpus* species. Furthermore, it was evaluated the effect of the products on the mortality of *B. yothersi*, *B. papayensis* and *E. citrifolius* by spraying them on the adults of the mites, using Potter spray tower. There was contrast between *B. yothersi* and *B. papayensis* regarding the susceptibility to garlic and pepper extracts, with higher susceptibility observed for *B. papayensis* to both plant extracts. Mortalities of up to 90% and 100% were observed for *B. yothersi* and *B. papayensis*, respectively, considering only the volatiles of the plant extracts. The tested synthetic acaricides (cyflumetofen and pyridaben) presented lower toxicity by fumigation than the plant extracts; however, they were more effective in the control of *B. yothersi* and *B. papayensis*, with lower median lethal concentrations (LC<sub>50</sub>), when sprayed on the mites. The two plant extracts presented a repellent effect on the tested mites, with the highest repellent activity (97.8%) observed for the garlic extract in *B. yothersi*. Both tested plant extracts showed a high potential of use for the control of *Brevipalpus* spp., with emphasis on pepper oil, which presented LC<sub>50</sub> values equal to or less than 235.2 ppm, when sprayed on both species of the pest mite. Extracts of black pepper and garlic were shown to be innocuous to adults of the predatory mite *E. citrifolius*.

Keywords: Black pepper, garlic, cyflumetofen, pyridaben, biological control.

**LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. Efeito fumigante de óleo de pimenta sobre duas espécies de <i>Brevipalpus</i> ( <i>B. yothersi</i> e <i>B. papayensis</i> ): número médio ( $\pm$ EP) de ácaros vivos por parcela ( <i>n</i> ), porcentagem de mortalidade em diferentes períodos após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do extrato vegetal.....   | 14 |
| Tabela 2. Efeito fumigante de extrato de alho sobre duas espécies de <i>Brevipalpus</i> ( <i>B. yothersi</i> e <i>B. papayensis</i> ): número médio ( $\pm$ EP) de ácaros vivos por parcela ( <i>n</i> ), porcentagem de mortalidade em diferentes períodos após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do extrato vegetal.....   | 17 |
| Tabela 3. Efeito fumigante de piridabem sobre <i>Brevipalpus yothersi</i> : número médio ( $\pm$ EP) de ácaros vivos por parcela ( <i>n</i> ), porcentagem de mortalidade em diferentes períodos após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do acaricida.....  | 20 |
| Tabela 4. Efeito fumigante de piridabem sobre <i>Brevipalpus yothersi</i> : número médio ( $\pm$ EP) de ácaros vivos por parcela ( <i>n</i> ), porcentagem de mortalidade em diferentes períodos após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do acaricida.....  | 20 |
| Tabela 5. Efeito fumigante de extratos vegetais (pimenta e alho) e acaricidas (piridabem e cyflumetofen) sobre <i>Brevipalpus yothersi</i> : número médio ( $\pm$ EP) de ácaros vivos por parcela ( <i>n</i> ), porcentagem de mortalidade em diferentes períodos após o início da exposição dos ácaros aos voláteis, para as diferentes concentrações de cada tratamento.....   | 23 |
| Tabela 6. Testes de toxicidade de acaricidas sobre fêmeas adultas de <i>Brevipalpus yothersi</i> , por pulverização em torre de Potter: Número total de ácaros utilizados para a obtenção das curvas de concentração-resposta ( <i>n</i> ); estimativa da concentração letal média (CL <sub>50</sub> , em ppm de ingrediente ativo) e intervalo de confiança (I.C.) a 95%; coeficiente angular e erro padrão da média (EP); Qui-quadrado ( $X^2$ ); grau de liberdade (G.L.) e toxicidade relativa (TR).....   | 25 |
| Tabela 7. Testes de toxicidade de acaricidas sobre fêmeas adultas de <i>Brevipalpus papayensis</i> , por pulverização em torre de Potter: Número total de ácaros utilizados para a obtenção das curvas de concentração-resposta ( <i>n</i> ); estimativa da concentração letal média (CL <sub>50</sub> , em ppm de ingrediente ativo) e intervalo de confiança (I.C.) a 95%; coeficiente angular e erro padrão da média (EP); Qui-quadrado ( $X^2$ ); grau de liberdade (G.L.) e toxicidade relativa (TR)..... | 27 |

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Arenas (recipientes de acrílico) utilizadas para os testes de efeito fumigante de extratos vegetais e acaricidas sobre ácaros *Brevipalpus* spp., mostrando o papel de filtro empregado para a impregnação dos produtos testados..... 9
- Figura 2. Arenas (recipientes de acrílico) utilizadas para os testes de efeito fumigante de extratos vegetais e acaricidas sobre ácaros *Brevipalpus* spp., mostrando o disco de folha de citros colocado sobre o papel de filtro tratado. Os ácaros foram mantidos sobre o disco de folha..... 9
- Figura 3. Arenas utilizadas para os testes de efeito de repelência de extratos vegetais e acaricidas sobre ácaros *Brevipalpus* spp. .... 12
- Figura 4. Curvas de regressão (concentração-mortalidade) para efeito fumigante de óleo de pimenta-do-reino em adultos dos ácaros-praga *Brevipalpus yothersi* e *B. papayensis*, na avaliação realizada 72 horas após o início da exposição dos ácaros-praga aos voláteis do óleo essencial..... 15
- Figura 5. Curvas de regressão (concentração-mortalidade) para efeito fumigante de extrato de alho em adultos dos ácaros-praga *Brevipalpus yothersi* e *B. papayensis*, na avaliação realizada 72 horas após o início da exposição dos ácaros-praga aos voláteis do extrato vegetal..... 18
- Figura 6. Curvas de regressão (concentração-mortalidade) para efeito fumigante de piridabem em adultos de *Brevipalpus yothersi* e *B. papayensis*, na avaliação realizada 72 horas após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do acaricida..... 21
- Figura 7. Curvas de regressão (concentração-mortalidade) para efeito fumigante de cyflumetofen em adultos de *Brevipalpus yothersi* e *B. papayensis*, na avaliação realizada 72 horas após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do acaricida..... 22
- Figura 8. Efeito repelente de extratos vegetais (pimenta e alho) e acaricidas (piridabem e cyflumetofen) sobre *Brevipalpus yothersi* e *B. papayensis*: número médio ( $\pm$  EP) de ácaros por folha de citros, nas áreas tratada (Trat) e sem tratamento (S/T). Colunas com mesma letra, para a mesma espécie, não diferem entre si pelo teste *t* a 5% de significância..... 29

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| <b>RESUMO</b> .....  | i   |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | ii  |
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....  | iii |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....  | iv  |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....   | 1   |
| <b>2. OBJETIVOS</b> .....  | 3   |
| <b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | 3   |
| 3.1. Citricultura no Brasil .....  | 3   |
| 3.2. Complexo <i>Brevipalpus</i> spp.....  | 4   |
| 3.3. Inimigos naturais de ácaros-praga em citros .....   | 4   |
| 3.4. Extratos vegetais no controle de <i>Brevipalpus</i> spp. ....   | 5   |
| 3.4.1. Pimenta do reino. ....  | 6   |
| 3.4.2. Alho. ....  | 6   |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | 7   |
| 4.1. Criação de ácaros fitófagos ( <i>Brevipalpus</i> spp.) .....  | 7   |
| 4.2. Criação de ácaros predadores .....  | 7   |
| 4.3. Obtenção dos extratos vegetais: extração e formulação .....   | 7   |
| 4.4. Efeito fumigante de extratos vegetais e acaricidas sobre adultos<br><i>Brevipalpus</i> spp. ....          | 8   |
| 4.5. Efeito da pulverização de extratos vegetais e acaricidas sobre adultos de<br><i>Brevipalpus</i> spp. .... | 9   |
| 4.6 Testes de repelência em <i>Brevipalpus</i> spp. ....   | 10  |
| 4.7. Testes de toxicidade com o ácaro predador <i>Euseius citrifolius</i> .....                                | 12  |
| 4.7.1. Testes com adultos de <i>Euseius</i> .....  | 12  |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | 13  |
| 5.1. Efeito fumigante de extratos vegetais e acaricidas sobre adultos<br><i>Brevipalpus</i> spp. ....          | 13  |
| 5.1.1. Testes com óleo de pimenta.....   | 13  |
| 5.1.2. Testes com extrato de alho .....  | 16  |
| 5.1.3. Testes com acaricidas .....   | 19  |
| 5.2. Efeito da pulverização de extratos vegetais e acaricidas sobre adultos de<br><i>Brevipalpus</i> spp. .... | 24  |
| 5.2.1. Testes com <i>B. yothersi</i> .....   | 24  |
| 5.2.2. Testes com <i>B. papayensis</i> .....   | 26  |
| 5.3. Testes de repelência em <i>Brevipalpus</i> spp. ....  | 28  |
| 5.4. Testes de toxicidade com o ácaro predador <i>Euseius citrifolius</i> .....                                | 30  |
| <b>6. CONCLUSÕES</b> .....   | 31  |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....   | 32  |

## 1. INTRODUÇÃO

A safra de citros no cinturão citrícola em 2017/18 reportada pelo Fundecitrus foi de 398,35 milhões de caixas, 62% maior que a do ciclo anterior (2016/17), que se encerrou em 245,31 milhões de caixas e 25% maior se comparado à média das safras dos últimos dez anos (FUNDECITRUS, 2018).

Uma das dificuldades que a citricultura enfrenta são as pragas e doenças responsáveis pela eliminação de muitas árvores e por uma perda considerável na produção (NEVES *et al.*, 2010). A leprose dos citros (CiLV) é uma das principais causas de perdas na produção de citros. São gastos anualmente mais de 60 milhões de dólares para o controle do ácaro-vetor (*Brevipalpus* spp.) no Brasil, que ocorre de forma generalizada nas principais regiões produtoras de citros (BASTIANEL *et al.*, 2006). As plantas doentes têm a capacidade fotossintética reduzida; apresentam queda prematura de frutos, desfolhamento e morte de ramos (MUSSUMECI; ROSSETTI, 1963; RODRIGUES *et al.*, 2003). Quando há incidência severa da doença, o pomar pode se tornar economicamente inviável, devido à baixa produtividade de frutos e morte de plantas (FRANCO, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2003; LOCALI *et al.*, 2004).

Ácaros do complexo *Brevipalpus phoenicis* (*sensu lato*) apresentam distribuição cosmopolita, estão presentes em mais de 486 espécies diferentes de plantas (CHILDERS *et al.*, 2003), e se proliferam principalmente nos meses mais secos (OLIVEIRA, 1986). Apresentam importância econômica em culturas como citros, café, diversas plantas frutíferas e ornamentais (MINEIRO, 2006). Esses ácaros do gênero *Brevipalpus* estão associados à transmissão de diversas viroses, incluindo o vírus da leprose dos citros (*Citrus leprosis virus* - CiLV) e o da mancha anular do cafeeiro (*Coffee ringspot virus* - CoRSV) (MUSSUMECI; ROSSETTI, 1963; CHIAVEGATO, 1995; KITAJIMA *et al.*, 2003; RODRIGUES *et al.*, 2003; DIETZGEN, 2014).

Ácaros do complexo *B. phoenicis*, também conhecidos como ácaros-plano, pertencem à família Tenuipalpidae e se caracterizam por apresentar corpo achatado, com coloração avermelhada, que podem variar de acordo com sua alimentação (CHIAVEGATO, 1991).

Os ácaros são controlados principalmente com o uso de produtos químicos sintéticos, entretanto, esses compostos não afetam apenas os ácaros-praga, mas muitos outros organismos presentes nos agroecossistemas, vários deles considerados benéficos (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Um dos grupos de artrópodes afetados pelo uso intensivo de

acaricidas sintéticos é o dos ácaros predadores da família Phytoseiidae, que exercem controle biológico efetivo de diversas espécies de artrópodes-praga, incluindo os ácaros do gênero *Brevipalpus* (REIS *et al.*, 2000; MINEIRO *et al.*, 2008).

Além do desequilíbrio biológico causado por esses compostos, outras consequências associadas ao uso intensivo de acaricidas e inseticidas sintéticos é a seleção de populações resistentes de pragas (OMOTO, 1998), intoxicação de agricultores, contaminação ambiental e a presença de resíduos tóxicos em alimentos (ESTREJA *et al.*, 2006).

Produtos de origem botânica vêm sendo testados como medida alternativa ao controle químico, visando manter o equilíbrio do ecossistema. Esses produtos, associados com outras práticas de manejo integrado de pragas, podem ser uma alternativa promissora para a redução na frequência de aplicações de agrotóxicos nas culturas, reduzindo assim os resíduos tóxicos nos alimentos e no meio ambiente (MACHADO; SILVA; OLIVEIRA, 2007).

Os óleos essenciais, também conhecidos como óleos voláteis, etéreos ou simplesmente óleo essencial, são definidos pela “International Standard Organization” (ISO) como produtos obtidos de partes de plantas através da destilação por arraste com vapor d’água, bem como produtos obtidos por prensagem dos pericarpos dos frutos (VITTI *et al.*, 2003; BIZZO *et al.*, 2009).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de uso dos extratos vegetais de *Allium sativum* (alho) e *Piper nigrum* L. (pimenta-do-reino) para o controle de *Brevipalpus* spp., visando estabelecer medidas alternativas para o manejo desses ácaros-praga, com menor impacto no agroecossistema.

### **2.2. Específicos**

Avaliar e comparar o efeito dos extratos vegetais de alho (hidrolato) e pimenta-do-reino (óleo essencial) e acaricidas químicos (cyflumetofen, piridabem) sobre duas espécies de ácaros do gênero *Brevipalpus* (*B. yothersi* e *B. papayensis*).

Avaliar o efeito dos extratos de alho e pimenta-do-reino e acaricidas químicos (cyflumetofen, piridabem) sobre o ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae).

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. Citricultura no Brasil**

O maior produtor de laranja no Brasil é o estado de São Paulo, sendo que os estados da Bahia, Minas Gerais, Paraná, Sergipe, Rio Grande do Sul também se destacam na produção nacional (EMBRAPA, 2017). A produção de laranja no Brasil concentra-se no Cinturão Citrícola, sendo que, a safra de 2017/18 foi 62% maior em comparação ao ciclo anterior (2016/17) (FUNDECITRUS, 2018).

A citricultura é uma das maiores responsáveis pela geração de empregos e renda na agricultura, porém, com a alta no valor da mão de obra e com os novos problemas fitossanitários, houve um aumento significativo no custo de produção, afetando o setor citrícola brasileiro. Uma das ações necessárias para a revitalização da cultura no país é o investimento na busca de alternativas sustentáveis para o controle das pragas e doenças, com

destaque para *huanglongbing* (HLB) (BOTEON; PAGLIUCA, 2010) e a leprose dos citros (PARRA, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Inúmeras são as pragas e doenças que podem afetar a produção e o vigor das plantas de citros. Alguns artrópodes como ácaros do gênero *Brevipalpus* e insetos sugadores (pulgões, cigarrinhas, psílídeos), além do dano direto, podem ser vetores de doenças viróticas e bacterianas, podendo causar sérios prejuízos ou até inviabilizar o cultivo de citros, caso não seja realizado um manejo adequado dessas pragas e doenças associadas (PARRA *et al.*, 2003; KITAJIMA *et al.*, 2003; RODRIGUES *et al.*, 2003).

### **3.2. Complexo *Brevipalpus* spp.**

Os ácaros do gênero *Brevipalpus*, pertencem à família Tenuipalpidae e caracterizam-se por apresentar corpo achatado com coloração avermelhada, sendo considerados praga-chave na cultura do citros (CHIAVEGATO, 1991).

O gênero *Brevipalpus* é composto por espécies polífagas e cosmopolitas, havendo relatos de sua presença em todos continentes, exceto nas regiões polares, em mais que 450 plantas hospedeiras (TRINDADE; CHIAVEGATO, 1994; CHILDERS; RODRIGUES; WELBOURN, 2003).

Sabe-se atualmente que o gênero *Brevipalpus* é representado por várias espécies, que estão divididas em sete grupos principais, com características morfológicas específicas, com diferenças entre espécies na espermateca, placas genital e ventral, setas dos palpos das fêmeas, entre outras características (ALBERTI; KITAJIMA, 2014; BEARD *et al.*, 2015). Das espécies encontradas no Brasil, três já são conhecidas, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (*sensu stricto*), *Brevipalpus papayensis* Baker e *Brevipalpus yothersi* Baker (MINEIRO *et al.*, 2015a). Levantamentos recentes de ácaros deste complexo, realizados por pesquisadores de diferentes instituições, indicam que *B. yothersi* é a espécie predominante em citros e cafeeiro no interior do estado de São Paulo (MINEIRO *et al.*, 2015b). *Brevipalpus papayensis* tem sido encontrado em cultivos de citros e café, principalmente nas regiões mais frias do estado de São Paulo (ex.: Atibaia, Monte Alegre do Sul, São Bento do Sapucaí) (MINEIRO *et al.*, 2016).

### **3.3. Inimigos naturais de ácaros-praga em citros**

Entre os inimigos naturais presentes em pomares cítricos no Brasil, os ácaros da

família Phytoseiidae são considerados os de maior importância, assumindo um papel relevante na regulação da densidade populacional de ácaros-praga, incluindo aqueles do gênero *Brevipalpus* (MORAES *et al.*, 1986; SATO *et al.*, 1994).

Os ácaros predadores (Phytoseiidae) das espécies *Euseius concordis* (Chant), *Euseius citrifolius* (Denmark & Muma) e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma são os mais frequentes e abundantes nos pomares cítricos brasileiros (SATO *et al.*, 1994; MORAES *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2012).

Sato *et al.* (1994) reportaram a presença de seis espécies de ácaros fitoseídeos, em pomar de citros em Presidente Prudente, SP, sendo que, as de maior abundância foram: *I. zuluagai* (47,3%), *E. citrifolius* (26,5%) e *E. concordis* (25,7%). As demais espécies encontradas foram: *Amblyseius chiapensis* DeLeon, *Euseius alatus* DeLeon e *Typhlodromina camelliae* (Chant & Yoshida Shaul), representando, juntas, menos de 1% do número total dos ácaros amostrados.

Além dos ácaros da família Phytoseiidae, predadores de outras famílias podem ser encontrados nos pomares cítricos, podendo-se mencionar Ascidae, Bdellidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Stigmaeidae e Tydeidae (MOREIRA, 1993; OLIVEIRA, 2013).

### **3.4. Extratos vegetais no controle de *Brevipalpus* spp.**

A eficácia de diversos extratos vegetais (incluindo extrato de alho) já foi reportada para algumas espécies de ácaros-praga, com vários estudos para o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (POTENZA *et al.*, 1999a,b, 2006; HINCAPIÉ *et al.*, 2008; VERONEZ *et al.*, 2012), porém, há pouca informação sobre o efeito de extratos vegetais e óleos essenciais sobre ácaros do gênero *Brevipalpus*. Um estudo realizado com bulbo de alho na concentração de 10% mostrou eficiência sobre *Brevipalpus* sp. (GUIRADO *et al.*, 2001).

Atualmente no Brasil, há um produto derivado de extrato vegetal de *Sophora flavescens* da Família Fabaceae, registrado no Ministério da Agricultura, para controle de *Brevipalpus* (AGROFIT, 2018).

No caso do ácaro da leprose dos citros (*Brevipalpus* spp.), a busca por alternativas de controle é de grande relevância, devido ao pequeno número de ingredientes ativos eficientes contra a praga e a evolução da resistência aos principais acaricidas registrados no Brasil (CAMPOS; OMOTO, 2006).

### 3.4.1. Pimenta do reino

A pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) é uma espécie perene e trepadeira. O gênero *Piper* pertence à classe das Dicotiledôneas, ordem Piperales e família Piperaceae (EMBRAPA, 2004). A pimenta-do-reino é uma especiaria originária da Ásia e começou a ser produzida em grande escala no Brasil em 1933 no estado do Pará pelos imigrantes japoneses; em 1982, o Brasil tornou-se líder mundial em exportação e produção da pimenta (CARNEIRO JUNIOR, 2017).

Uma das mais importantes especiarias consumidas no mundo, a pimenta-do-reino é um dos principais produtos agrícolas de exportações do estado do Pará; possui grande importância socioeconômica, gerando renda para famílias rurais, empregando cerca de 50 mil pessoas no período da safra. O estado do Pará é o maior produtor e exportador contribuindo com 87% da produção brasileira, seguido pelos estados do Espírito Santo, Bahia, Maranhão e Paraíba (EMBRAPA, 2004).

Além de ser utilizada na culinária, a pimenta do reino é utilizada na indústria farmacológica, como conservante, e na agricultura, para o controle biológico de algumas pragas. O principal ativo responsável pela mortalidade das pragas é a piperina que é um alcaloide com ação inseticida, nematicida e antiparasitária (AHMAD *et al.*, 2012).

### 3.4.2. Alho

Pertencente à família Alliaceae, o alho é uma planta herbácea, com folhas lanceoladas, estreitas e cerosas, podendo atingir até 60 cm de altura. As bainhas das folhas formam um pseudocaule curto, em cuja parte inferior origina-se o bulbo que é a principal parte utilizada. Uma planta de cultivo milenar originária do Oriente e da Europa Meridional.

O consumo nacional de alho no ano de 2017 foi em torno de 30 milhões de caixas de 10 kg. O consumo “per capita” foi de 1,50 kg/habitante/ano. A oferta de alhos brasileiros representou 45% do total consumido, sendo 10,5 milhões da região do Cerrado e 3,50 milhões da região Sul, o restante foi importado da Argentina, China e Espanha (CONAMA, 2017).

Um importante composto extraído do alho é a alicina. A alicina (dialil-tiosulfinato) é o componente biológico mais ativo no alho, com inúmeras aplicações na medicina e na agricultura (MENDES, 2008).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Criação de ácaros fitófagos (*Brevipalpus* spp.)**

Os ácaros *B. yothersi* e *B. papayensis* utilizados nos testes toxicológicos foram originários das criações mantidas no Laboratório de Acarologia do Centro Avançado de Pesquisa em Proteção de Plantas e Saúde Animal (CAPSA), do Instituto Biológico, em Campinas, SP. A confirmação das espécies de *Brevipalpus* foi realizada pelo Dr. Ronald Ochoa do USDA (Beltsville, Maryland, USA).

Os ácaros foram criados em arenas de frutos de laranja (variedade “Pera”), em condições de laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  UR, 14 h de fotofase). Para o preparo das arenas, os frutos foram lavados em água corrente e deixados para secar por algumas horas. Depois de secos, os frutos foram mergulhados parcialmente em parafina derretida, para reduzir a transpiração e aumentar o período de duração dos frutos. Foi mantida uma área não parafinada no fruto, de aproximadamente 5 cm de diâmetro, formando uma arena para a criação dos ácaros. Em cada arena foi colocada uma mistura de gesso e areia (2:1) diluída em água, para formar um local favorável para a oviposição dos ácaros ( $1 \text{ cm}^2$ ).

### **4.2. Criação de ácaros predadores**

Uma criação de ácaros predadores da espécie *E. citrifolius* também tem sido mantida no Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico, em Campinas. Os ácaros predadores foram colocados em arenas constituídas de folhas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) com a face adaxial voltada para baixo, circundada por algodão hidrófilo, sobre espuma de poliuretano de 1 cm de espessura, no interior de placas de Petri de vidro de 15 cm de diâmetro, contendo água, conforme metodologia de criação de ácaros proposta por Reis et al. (1997). Foram oferecidos pólen de mamona (*Ricinus communis* L.) e ovos de ácaro-rajado (*T. urticae*) como alimento.

### **4.3. Obtenção dos extratos vegetais: extração e formulação**

A extração dos extratos vegetais foi realizada pelo método de hidrodestilação, no Laboratório Biológico da empresa Iharabrás S/A, seguindo a metodologia descrita a seguir.

Conforme metodologia descrita por Santos et al. (2004), utilizando o aparelho de CLEVENGER modificado, utilizando-se água como veículo para a destilação. Um balão volumétrico foi acoplado ao sistema, sobre uma manta aquecedora. A massa vegetal e a água, mantidas no interior do balão de vidro, entram em ebulição e os vapores de água carregaram os voláteis ao condensador, onde é realizada a troca de calor. Nessa etapa é obtido o extrato vegetal, no caso da pimenta-do-reino obteve-se óleo essencial, e para o alho foi obtido hidrolato. Ao óleo extraído foi adicionado sulfato de sódio anidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) para retirar a água restante; após este processo, o óleo essencial foi transferido para um frasco com tampa e armazenado em ambiente fresco sem a incidência de luz direta. O hidrolato foi coletado e armazenado da mesma forma.

Para os testes, os extratos vegetais foram diluídos na concentração de 30% em Tween<sup>®</sup> 20, com a finalidade de tornar o produto miscível em água para a aplicação.

#### **4.4. Efeito fumigante de extratos vegetais e acaricidas sobre adultos de *Brevipalpus* spp.**

O experimento foi realizado no Laboratório Biológico da empresa Iharabras S/A, em Sorocaba, SP, utilizando-se as espécies *B. yothersi* e *B. papayensis*.

Em recipientes de acrílico com 2,5 cm de diâmetro foi colocado um papel filtro e pipetadas as diferentes concentrações [Água (controle), 1, 5, 10, 20, 50 mg/L] dos extratos vegetais. No papel de filtro foi acondicionado um pedaço de folha de laranja (*B. yothersi*) ou café (*B. papayensis*) e, sobre ele, colocadas dez fêmeas adultas de *Brevipalpus* (Figuras 1 e 2). Em seguida, as placas foram vedadas com filme plástico. Após o tratamento, as placas foram mantidas a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de UR e fotofase de 14h. As avaliações de mortalidade foram realizadas 24h, 48h e 72h após a aplicação.

Os extratos vegetais foram comparados com dois acaricidas sintéticos [cyflumetofen (Okay<sup>®</sup>); piridabem (Sanmite<sup>®</sup>)].

No caso dos extratos vegetais de pimenta-do-reino e alho, utilizou-se o análise fatorial [2 espécies de ácaros x 5 concentrações dos produtos (1, 5, 10, 20, 50 mg/L) x 3 períodos de exposição] com 4 repetições. Para a comparação das médias, utilizou-se o teste *t* (valores independentes) a 5% de significância.

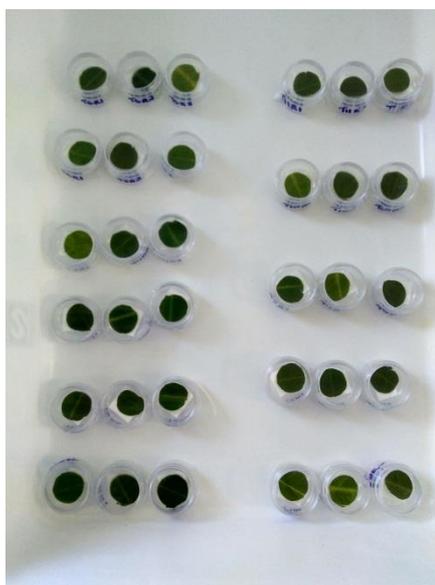
Para os experimentos com acaricidas sintéticos, utilizou-se análise de variância (one-way ANOVA) comparando-se as médias pelo teste *t* a 5% de significância.

Foram realizadas também análises de regressão entre as concentrações de óleos vegetais (ou acaricidas) e as porcentagens de mortalidade dos ácaros, utilizando-se equações

não lineares, definidas pelo maior valor de  $R^2$  (coeficiente de determinação) (best fit equation) (AYRES *et al.*, 2007).



**Figura 1.** Arenas (recipientes de acrílico) utilizadas para os testes de efeito fumigante de extratos vegetais e acaricidas sobre ácaros *Brevipalpus* spp., mostrando o papel de filtro empregado para a impregnação dos produtos testados.



**Figura 2.** Arenas (recipientes de acrílico) utilizadas para os testes de efeito fumigante de extratos vegetais e acaricidas sobre ácaros *Brevipalpus* spp., mostrando o disco de folha de citros colocado sobre o papel de filtro tratado. Os ácaros foram mantidos sobre o disco de folha.

#### **4.5. Efeito da pulverização de extratos vegetais e acaricidas sobre adultos de *Brevipalpus* spp.**

O experimento foi realizado no Laboratório Biológico da empresa Iharabras S/A, em Sorocaba, SP.

Foram preparadas arenas de folha de laranja, colocando-se uma folha da cultivar “Pera”, com a superfície abaxial voltada para cima, sobre uma camada de algodão umedecido, no interior de uma placa de Petri de 9 cm de diâmetro. Foi colocada também uma camada de algodão umedecido sobre a margem de toda a folha para evitar a fuga dos ácaros.

Cada parcela foi constituída por 20 fêmeas adultas, colocadas sobre uma arena de folha de laranja.

Foram preparadas diluições sequenciais de cada extrato vegetal (50, 20, 10, 5 e 1 mg/L) para obtenção das curvas de concentração-mortalidade para os ácaros de cada espécie nas testemunhas aplicamos somente água.

Os extratos vegetais foram comparados com dois acaricidas sintéticos [cyflumetofen (Okay<sup>®</sup>); piridabem (Sanmite<sup>®</sup>)].

A aplicação dos produtos (extratos vegetais e acaricidas) foi realizada sobre as arenas com os ácaros, utilizando-se torre de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK), calibrada a 68,9 kPa. Foi utilizado um volume de calda de 2 mL, que correspondeu a uma deposição média de resíduo úmido de  $1,6 \pm 0,1$  mg/cm<sup>2</sup> da arena. Após o tratamento, as arenas foram mantidas a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  de UR e fotofase de 14h.

As avaliações de mortalidade foram realizadas aos 1, 4 e 7 dias após a aplicação.

Os dados de mortalidade para as populações de *B. yothersi* e *B. papayensis* foram submetidos à análise de Probit (FINNEY, 1971), utilizando-se o programa POLO PLUS (LEORA SOFTWARE, 2003), para a estimativa das concentrações letais 50% (CL<sub>50</sub>) e 90% (CL<sub>90</sub>) de cada produto.

#### **4.6 Testes de repelência em *Brevipalpus* spp.**

Foram realizados testes expondo-se apenas parte (50%) da superfície das folhas de laranja ou café aos óleos essenciais ou acaricidas. A exposição de parte da folha aos produtos foi feita por imersão, utilizando-se a concentração que causava aproximadamente 20% de mortalidade (CL<sub>20</sub>) na população de cada espécie de *Brevipalpus* (*B. yothersi* e *B. papayensis*).

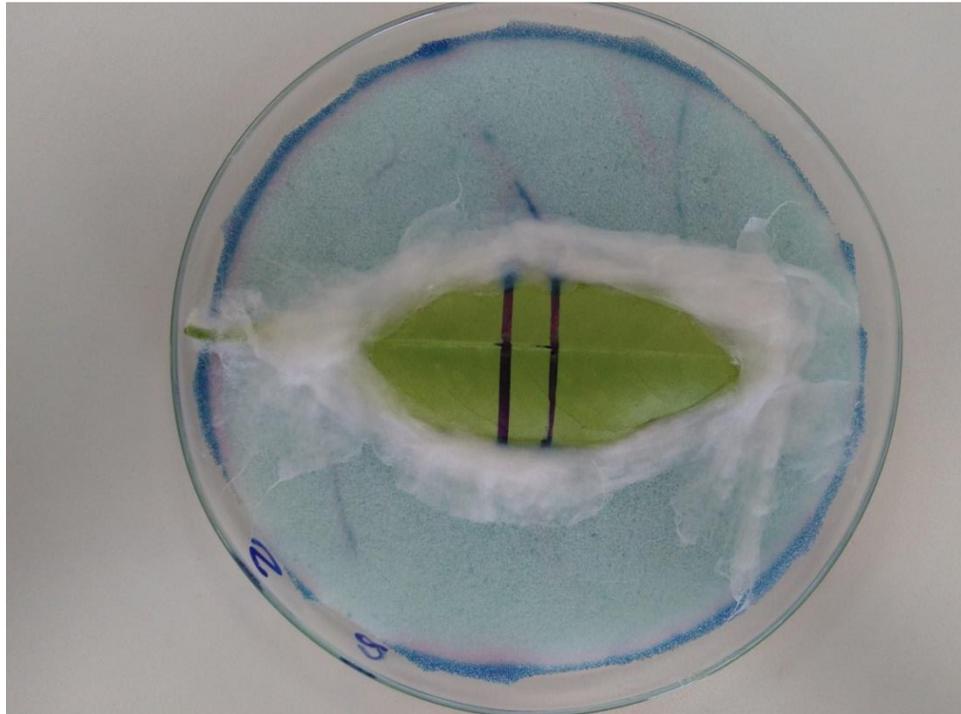
Após a exposição de parte da área superficial das folhas aos compostos de origem vegetal ou sintética (acaricidas) e secagem das folhas (por 4 horas), foram preparadas arenas de folhas de laranja, colocando-se a folha tratada, com a superfície abaxial voltada para cima, no interior de uma placa de Petri de 15 cm de diâmetro, sobre uma espuma umedecida. Foi colocada também uma camada de algodão umedecido sobre a margem de toda a folha para

evitar a fuga dos ácaros. Na região mediana da folha, em posição perpendicular à nervura principal, foi feita uma marcação delimitando uma faixa de aproximadamente 1,0 cm de largura, para dividir a arena em duas partes iguais: 1) exposta aos produtos (extratos vegetais ou acaricidas químicos) e 2) não exposta aos produtos (Figura 3).

Foram introduzidas 12 fêmeas adultas de *Brevipalpus* (*B. yothersi* ou *B. papayensis*) em cada arena. Todos os ácaros foram colocados na região central da arena, na “linha” de separação entre as áreas exposta e não exposta aos produtos. Em seguida, foi observado o comportamento de movimentação dos ácaros *Brevipalpus* introduzidos nas arenas. Registrou-se o número de ácaros nas partes expostas e não expostas aos produtos em diferentes períodos (1 h, 2 h, 3 h; 24 h e 48 h) após a introdução dos ácaros nas arenas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições para *B. yothersi* e quatro repetições para *B. papayensis*. Cada parcela foi constituída por uma arena de folha de citros. O experimento foi mantido a  $25 \pm 2^\circ \text{C}$  e fotofase de 14 horas. Realizou-se a contagem dos ácaros *Brevipalpus* nas áreas expostas e não expostas aos produtos, para cada arena. Não foram considerados os ácaros que permanecerem na faixa mediana da folha (faixa de 1,0 cm de largura, entre as áreas tratadas e não tratadas).

Os dados de número de ácaros nas áreas (folha) tratadas e não tratadas, para os diversos tratamentos (pimenta, alho, cyflumetofen, piridabem) e diferentes tempos de exposição (1 h, 2 h, 3 h; 24 h, 48 h), foram submetidos à análise de variância (two-way ANOVA). Para comparação das médias entre os tratamentos, utilizou-se o teste *t* a 5% de significância.



**Figura 3.** Arenas utilizadas para os testes de efeito de repelência de extratos vegetais e acaricidas sobre ácaros *Brevipalpus* spp..

#### **4.7. Testes de toxicidade com o ácaro predador *Euseius citrifolius***

##### **4.7.1. Testes com adultos de *Euseius***

Os testes com os extratos vegetais de pimenta e alho foram conduzidos seguindo-se a mesma metodologia mencionada para os testes com adultos de *Brevipalpus* (pulverização dos compostos avaliados em Torre de Potter) (item 4.5.), porém, utilizando-se fêmeas adultas de *E. citrifolius*. Foi avaliada uma concentração adicional de 10%, para cada extrato vegetal, para observação do efeito desses compostos sobre o ácaro predador. Foi adicionado pólen de mamona para servir de alimento para os ácaros predadores.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Efeito fumigante de extratos vegetais e acaricidas sobre adultos *Brevipalpus* spp.

#### 5.1.1. Testes com óleo de pimenta

Os resultados indicam elevada eficácia de óleo de pimenta-do-reino no controle de adultos de ácaros do gênero *Brevipalpus*, com mortalidades de até 90 e 100%, respectivamente, para *B. yothersi* e *B. papayensis*, para concentrações de 5 a 10 mg/L (ppm), em 72 horas após o início da exposição dos ácaros-praga aos voláteis do óleo essencial (Tabela 1).

Elevadas taxas de mortalidade (85 a 100%) de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), também foram observadas quando os ácaros-praga foram expostos (por 72 horas) aos voláteis do óleo essencial de laranja, em concentrações entre 10 e 15 mg/L (FERNANDES *et al.*, 2016).

**Tabela 1.** Efeito fumigante de óleo de pimenta sobre duas espécies de *Brevipalpus* (*B. yothersi* e *B. papayensis*): número médio ( $\pm$  EP) de ácaros vivos por parcela (*n*), porcentagem de mortalidade em diferentes períodos após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do extrato vegetal

| Óleo de pimenta (mg/L) | Espécie            | Período de exposição (horas) |                    |                      |                    |                    |                    |
|------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                        |                    | 24                           |                    | 48                   |                    | 72                 |                    |
|                        |                    | <i>n</i>                     | Mort (%)           | <i>n</i>             | Mort (%)           | <i>n</i>           | Mort. (%)          |
| 0                      | <i>B. yothersi</i> | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0                | 10,00 $\pm$ 0,00 a   | 0,0                | 10,00 $\pm$ 0,00 a | 0,0                |
| 1                      |                    | 9,50 $\pm$ 0,50 a            | 5,0                | 5,75 $\pm$ 0,63 b    | 42,5               | 2,50 $\pm$ 0,96 b  | 75,0               |
| 5                      |                    | 9,50 $\pm$ 0,50 a            | 5,0                | 3,50 $\pm$ 0,65 c    | 65,0               | 1,00 $\pm$ 0,58 b  | 90,0               |
| 10                     |                    | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0                | 5,75 $\pm$ 0,48 b*   | 42,5               | 1,00 $\pm$ 0,58 b  | 90,0               |
| 20                     |                    | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0                | 4,75 $\pm$ 0,75 bc*  | 52,5               | 2,50 $\pm$ 0,96 b  | 75,0               |
| 50                     |                    | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0                | 10,00 $\pm$ 0,00 a*  | 0,0                | 8,50 $\pm$ 0,50 a* | 15,0               |
| 0                      |                    | <i>B. papayensis</i>         | 10,00 $\pm$ 0,00 a | 0,0                  | 10,00 $\pm$ 0,00 a | 0,0                | 10,00 $\pm$ 0,00 a |
| 1                      | 9,33 $\pm$ 0,67 a  |                              | 6,7                | 4,33 $\pm$ 0,67 bc   | 56,7               | 0,00 $\pm$ 0,00 b  | 100,0              |
| 5                      | 10,00 $\pm$ 0,00 a |                              | 0,0                | 5,67 $\pm$ 1,20 b    | 43,3               | 0,00 $\pm$ 0,00 b  | 100,0              |
| 10                     | 10,00 $\pm$ 0,00 a |                              | 0,0                | 3,67 $\pm$ 0,88 bcd* | 63,3               | 0,00 $\pm$ 0,00 b  | 100,0              |
| 20                     | 10,00 $\pm$ 0,00 a |                              | 0,0                | 2,67 $\pm$ 0,33 cd*  | 73,3               | 1,00 $\pm$ 0,58 b  | 90,0               |
| 50                     | 10,00 $\pm$ 0,00 a |                              | 0,0                | 1,67 $\pm$ 0,33 d*   | 83,3               | 0,67 $\pm$ 0,67 b* | 93,3               |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para a mesma espécie, não diferem entre si pelo teste *t* a 5% de significância.

(\*) Diferença significativa entre espécies, a 5% de significância, para o mesmo tratamento (concentração do extrato vegetal).

Pontes *et al.* (2007) avaliaram o efeito fumigante do óleo essencial de folhas de *Xylopia sericea* St. Hill. (Annonaceae), em fêmeas adultas de *T. urticae*, e estimaram uma concentração letal média (CL<sub>50</sub>) de 6,40  $\mu$ L/L (ou mg/L). Esse valor foi muito semelhante à CL<sub>50</sub> do óleo de pimenta [6,03 mg/L] estimada para *B. papayensis*, no presente experimento.

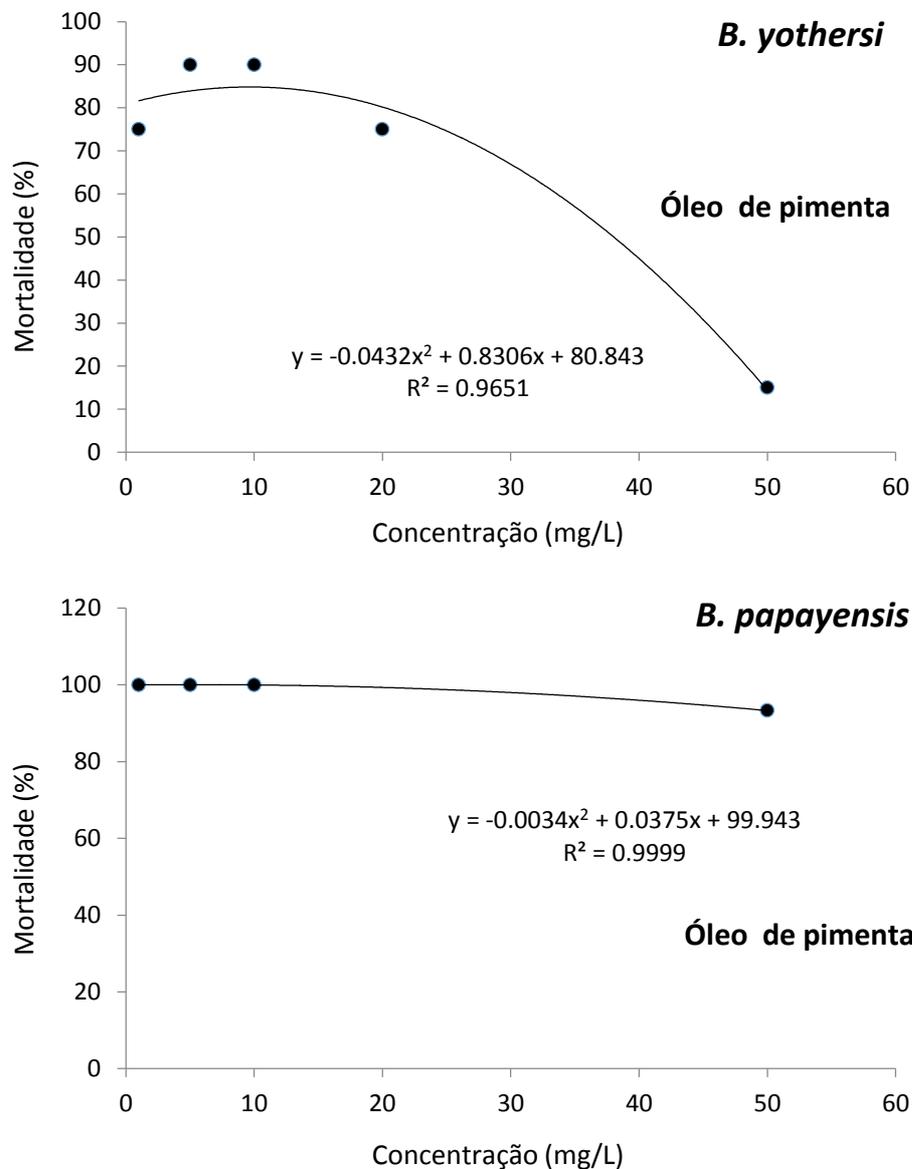
Observaram-se diferenças significativas na suscetibilidade ao óleo de pimenta, entre as duas espécies de *Brevipalpus*, com maiores contrastes para as concentrações de 10 a 50 mg/L, nas duas últimas avaliações (48 h e 72 h), com as maiores porcentagens de mortalidade foram registradas para *B. papayensis* (Tabela 1).

As maiores porcentagens de mortalidade, devido ao efeito fumigante do óleo de pimenta, foram observadas para as concentrações de 5 e 10 mg/L, com tendência de redução nas taxas de mortalidade, nas concentrações mais elevadas (50 mg/L). Esse efeito foi mais pronunciado para *B. yothersi* (Figura 4).

Uma possível explicação para esse fato seria a irritação (repelência) provocada pelos voláteis do óleo essencial, nas suas concentrações intermediárias, induzindo um aumento na

movimentação dos ácaros no interior da arena, resultando em um incremento nas taxas de inalação dos gases tóxicos e mortalidade dos ácaros.

Nesse aspecto, Je-Hoon (2011) também detectou maior efeito repelente do óleo essencial de canela (*Cinnamomum verum* ou *C. zeylanicum*) (Lauraceae), para o ácaro *Dermatophagoides farinae* Hughes (Acari: Pyroglyphidae), quando o óleo foi utilizado em uma concentração intermediária (0,094  $\mu\text{L/L}$ ), com eficiência de aproximadamente 90%. Na maior concentração (0,125  $\mu\text{L/L}$ ) o efeito repelente foi de apenas 56%.



**Figura 4.** Curvas de regressão (concentração-mortalidade) para efeito fumigante de óleo de pimenta-do-reino em adultos dos ácaros-praga *Brevipalpus yothersi* e *B. papayensis*, na avaliação realizada 72 horas após o início da exposição dos ácaros-praga aos voláteis do óleo essencial.

### 5.1.2. Testes com extrato de alho

Os resultados também indicam alta eficiência do extrato de alho no controle de adultos de ácaros do gênero *Brevipalpus*, com mortalidades de até 90,0 e 100,0%, respectivamente, para *B. yothersi* e *B. papayensis*, em 72 horas após o início da exposição dos ácaros-praga aos voláteis do óleo essencial (Tabela 2), seguindo um padrão semelhante ao observado para o óleo de pimenta.

A elevada toxicidade de extrato de alho já havia sido relatada para outras espécies de ácaros fitófagos, com destaque para *T. urticae* (ATTIA *et al.*, 2012, VERONEZ *et al.*, 2012).

Observaram-se diferenças significativas entre *B. yothersi* e *B. papayensis* na suscetibilidade ao extrato de alho, com maiores contrastes para as concentrações de 1, 5, 10 e 50 mg/L, na avaliação de 72 h após o início da exposição, e apenas para a concentração de 10 mg/L, na avaliação de 48 h. As maiores porcentagens de mortalidade também foram verificadas para *B. papayensis* (Tabela 2), indicando que a espécie é mais suscetível que *B. yothersi* aos dois extratos vegetais avaliados.

No caso de *B. yothersi*, as maiores porcentagens de mortalidade (90%) foram observadas para a concentração de 20 mg/L, enquanto que, para *B. papayensis*, verificou-se mortalidade de 100% para a concentração de apenas 1 mg/L, em um período de 72 horas após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do extrato de alho (Figura 5).

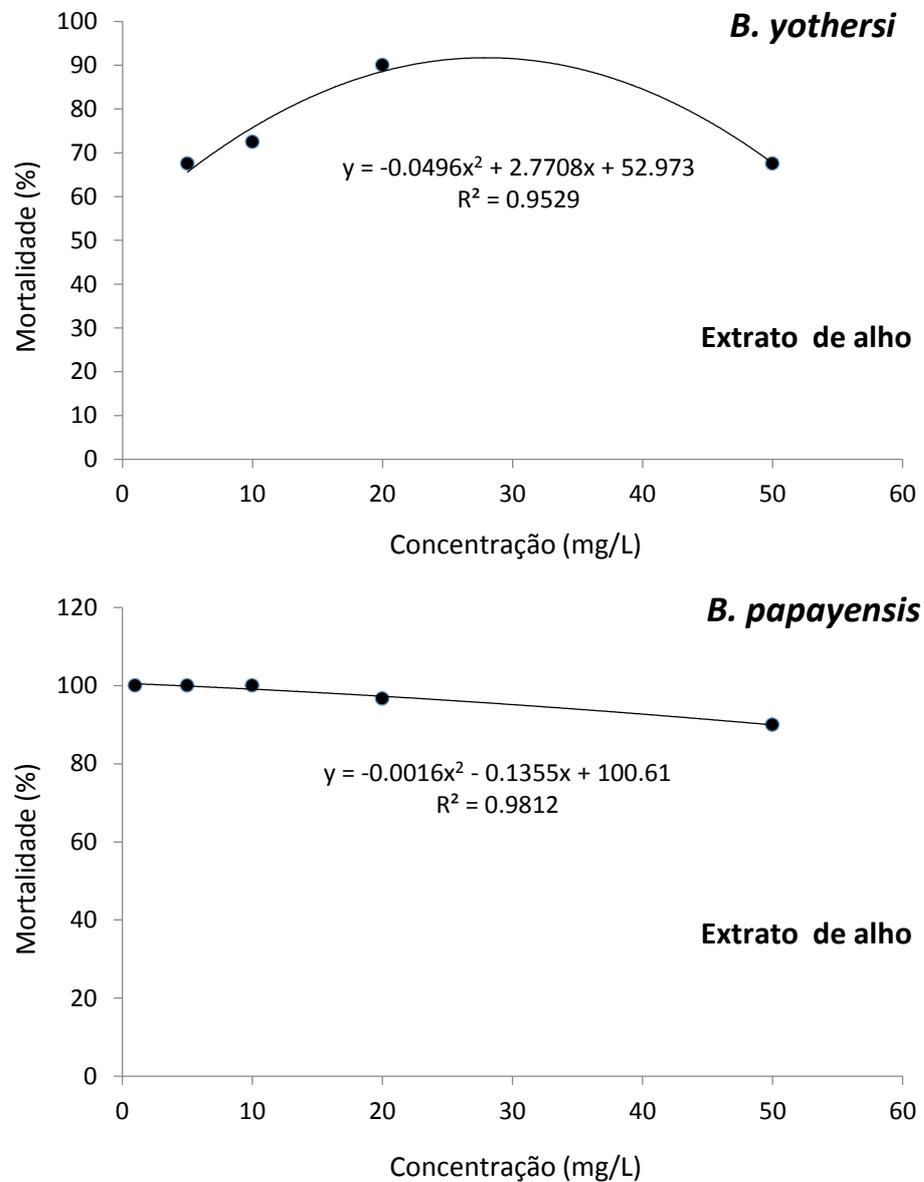
Em um trabalho recente Salvador (2015), comparando a suscetibilidade de *B. yothersi* (Grupo B do complexo *B. phoenicis*) e *B. papayensis* (Grupo C do complexo *B. phoenicis*), a diferentes acaricidas químicos, verificou-se que *B. yothersi* se mostrava mais tolerante que *B. papayensis*, à maioria dos acaricidas testados (ex.: abamectina, espiroclifeno) corroborando os resultados observados para os dois extratos vegetais, no presente estudo.

**Tabela 2.** Efeito fumigante de extrato de alho sobre duas espécies de *Brevipalpus* (*B. yothersi* e *B. papayensis*): número médio ( $\pm$  EP) de ácaros vivos por parcela ( $n$ ), porcentagem de mortalidade em diferentes períodos após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do extrato vegetal

| Extrato de alho (mg/L) | Espécie              | Período de exposição (horas) |           |                    |           |                     |           |
|------------------------|----------------------|------------------------------|-----------|--------------------|-----------|---------------------|-----------|
|                        |                      | 24                           |           | 48                 |           | 72                  |           |
|                        |                      | $n$                          | Mort. (%) | $n$                | Mort. (%) | $n$                 | Mort. (%) |
| 0                      | <i>B. yothersi</i>   | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0       | 10,00 $\pm$ 0,00 a | 0,0       | 10,00 $\pm$ 0,00 a  | 0,0       |
| 1                      |                      | 9,50 $\pm$ 0,50 a            | 5,0       | 5,00 $\pm$ 0,41 bc | 50,0      | 1,75 $\pm$ 0,48 cd* | 82,5      |
| 5                      |                      | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0       | 4,75 $\pm$ 0,48 c  | 52,5      | 3,25 $\pm$ 0,48 b*  | 67,5      |
| 10                     |                      | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0       | 6,00 $\pm$ 0,41 b* | 40,0      | 2,75 $\pm$ 0,25 bc* | 72,5      |
| 20                     |                      | 9,50 $\pm$ 0,50 a            | 5,0       | 5,00 $\pm$ 0,41 bc | 50,0      | 1,00 $\pm$ 0,00 d   | 90,0      |
| 50                     |                      | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0       | 5,75 $\pm$ 0,48 bc | 42,5      | 3,25 $\pm$ 0,48 b*  | 67,5      |
| 0                      | <i>B. papayensis</i> | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0       | 10,00 $\pm$ 0,00 a | 0,0       | 10,00 $\pm$ 0,00 a  | 0,0       |
| 1                      |                      | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0       | 6,00 $\pm$ 1,15 b  | 40,0      | 0,00 $\pm$ 0,00 b*  | 100,0     |
| 5                      |                      | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0       | 5,67 $\pm$ 0,67 b  | 43,3      | 0,00 $\pm$ 0,00 b*  | 100,0     |
| 10                     |                      | 9,33 $\pm$ 0,67 a            | 6,7       | 3,33 $\pm$ 0,67 c* | 66,7      | 0,00 $\pm$ 0,00 b*  | 100,0     |
| 20                     |                      | 9,33 $\pm$ 0,67 a            | 6,7       | 6,67 $\pm$ 0,88 b  | 33,3      | 0,33 $\pm$ 0,33 b   | 96,7      |
| 50                     |                      | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0       | 6,33 $\pm$ 0,33 b  | 36,7      | 1,00 $\pm$ 0,58 b*  | 90,0      |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para a mesma espécie, não diferem entre si pelo teste  $t$  a 5% de significância.

(\*) Diferença significativa entre espécies, a 5% de significância, para o mesmo tratamento (concentração do extrato vegetal).



**Figura 5.** Curvas de regressão (concentração-mortalidade) para efeito fumigante de extrato de alho em adultos dos ácaros-praga *Brevipalpus yothersi* e *B. papayensis*, na avaliação realizada 72 horas após o início da exposição dos ácaros-praga aos voláteis do extrato vegetal.

### 5.1.3. Testes com acaricidas

Os resultados indicam um efeito fumigante relativamente menor dos acaricidas químicos, em comparação com os extratos de pimenta e alho, observando-se mortalidades iguais ou inferiores a 67,5 e 45,0%, respectivamente, para piridabem e cyflumetofen (Tabelas 3 e 4; Figuras 6 e 7). No caso dos extratos vegetais, as mortalidades para concentrações entre 5 e 20 mg/L, foram de até 90,0% e 100%, para *B. yothersi* e *B. papayensis*, respectivamente (Tabelas 1 e 2; Figuras 4 e 5).

Esse baixo efeito fumigante desses acaricidas está provavelmente associado às suas características de baixa pressão de vapor, com valores de 0,001 mPa (à 25°C), para piridabem, e 0,0059 mPa, para cyflumetofen (PPDB, 2017 a,b.). Os óleos essenciais de plantas costumam ser bem mais voláteis, apresentando valores de pressão de vapor bem mais elevados (ex.: 2,5 a 80 kPa) (CLARÁ *et al.*, 2010), podendo explicar os contrastes observados entre os extratos de planta e os acaricidas sintéticos.

No caso de cyflumetofen, com pressão de vapor ligeiramente superior ao de piridabem (PPDB, 2017a,b), observou-se alguma tendência de irritação (repelência) dos ácaros em função dos gases tóxicos liberados pelo acaricida, com maior mortalidade para a concentração de 20 mg/L, em comparação a de 50 mg/L (Figura 6). Essa mesma tendência de maior irritação dos ácaros em dosagens mais baixas do produto, também havia sido observada para os dois extratos vegetais estudados, com grande destaque para o óleo de pimenta (Figura 4).

Para *B. yothersi*, os maiores contrastes entre os extratos de planta (EP) e os acaricidas químicos (AC) foram detectados na avaliação realizada 72 horas após o início da exposição dos ácaros aos compostos testados, para as concentrações entre 1 e 29 mg/L, com mortalidades significativamente maiores dos ácaros quando tratados com os extratos de planta ( $67,5 \leq M_{EP} \leq 90,0$ ), do que com acaricidas ( $25,0 \leq M_{AC} \leq 45,0$ ) avaliados (Tabela 5).

**Tabela 3.** Efeito fumigante de piridabem sobre *Brevipalpus yotheresi*: número médio ( $\pm$  EP) de ácaros vivos por parcela ( $n$ ), porcentagem de mortalidade em diferentes períodos após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do acaricida

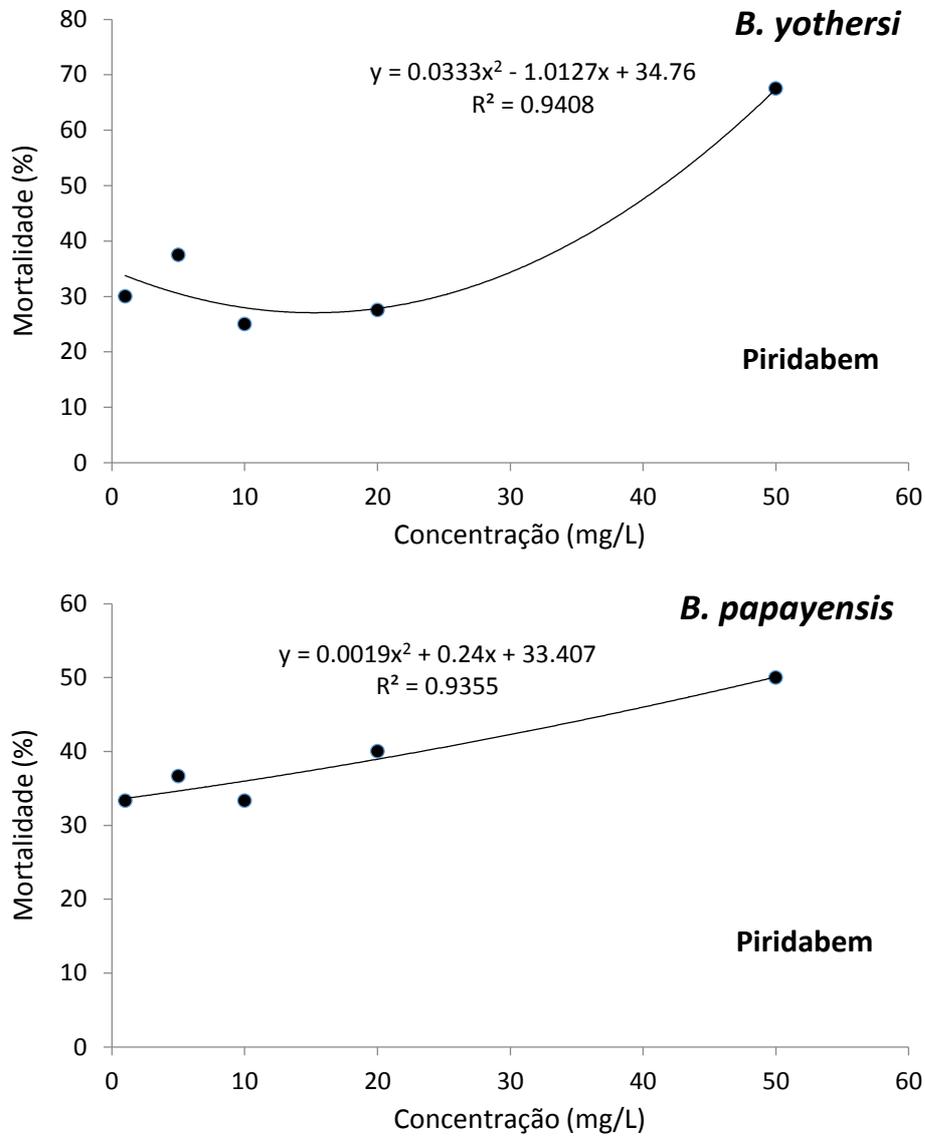
| Piridabem<br>(mg/L) | Período de exposição (horas) |              |                    |              |                    |              |
|---------------------|------------------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|
|                     | 24                           |              | 48                 |              | 72                 |              |
|                     | $N$                          | Mort.<br>(%) | $n$                | Mort.<br>(%) | $n$                | Mort.<br>(%) |
| 0                   | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0          | 10,00 $\pm$ 0,00 a | 0,0          | 10,00 $\pm$ 0,00 a | 0,0          |
| 1                   | 9,75 $\pm$ 0,25 a            | 2,5          | 9,00 $\pm$ 0,71 a  | 10,0         | 7,00 $\pm$ 0,91 b  | 30,0         |
| 5                   | 9,75 $\pm$ 0,25 a            | 2,5          | 8,25 $\pm$ 0,48 b  | 17,5         | 6,25 $\pm$ 0,75 b  | 37,5         |
| 10                  | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0          | 8,75 $\pm$ 0,25 ab | 12,5         | 7,50 $\pm$ 0,29 b  | 25,0         |
| 20                  | 9,25 $\pm$ 0,75 a            | 7,5          | 8,00 $\pm$ 0,71 b  | 20,0         | 7,25 $\pm$ 0,25 b  | 27,5         |
| 50                  | 9,75 $\pm$ 0,25 a            | 2,5          | 5,25 $\pm$ 0,63 c  | 47,5         | 3,25 $\pm$ 0,75 c  | 67,5         |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para a mesma espécie, não diferem entre si pelo teste  $t$  a 5% de significância.

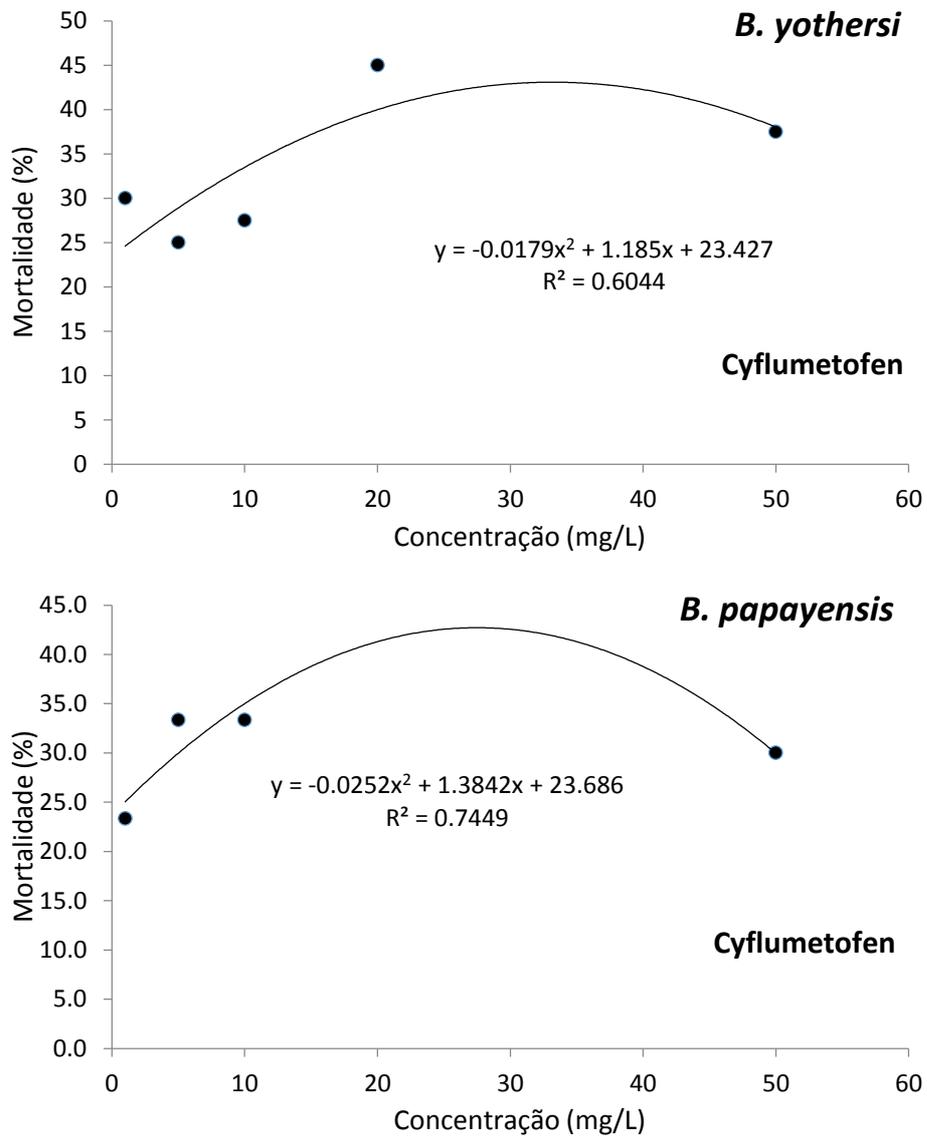
**Tabela 4.** Efeito fumigante de cyflumetofen sobre *Brevipalpus yotheresi*: número médio ( $\pm$  EP) de ácaros vivos por parcela ( $n$ ), porcentagem de mortalidade em diferentes períodos após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do acaricida químico

| Cyflumetofen<br>(mg/L) | Período de exposição (horas) |              |                    |              |                    |              |
|------------------------|------------------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|
|                        | 24                           |              | 48                 |              | 72                 |              |
|                        | $N$                          | Mort.<br>(%) | $n$                | Mort.<br>(%) | $n$                | Mort.<br>(%) |
| 0                      | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0          | 10,00 $\pm$ 0,00 a | 0,0          | 10,00 $\pm$ 0,00 a | 0,0          |
| 1                      | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0          | 8,75 $\pm$ 0,48 a  | 12,5         | 7,00 $\pm$ 0,71 b  | 30,0         |
| 5                      | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0          | 7,75 $\pm$ 0,25 a  | 22,5         | 7,50 $\pm$ 0,50 ab | 25,0         |
| 10                     | 9,25 $\pm$ 0,75 a            | 7,5          | 8,00 $\pm$ 1,08 a  | 20,0         | 7,25 $\pm$ 1,49 b  | 27,5         |
| 20                     | 9,50 $\pm$ 0,50 a            | 5,0          | 7,50 $\pm$ 1,04 a  | 25,0         | 5,50 $\pm$ 0,96 b  | 45,0         |
| 50                     | 10,00 $\pm$ 0,00 a           | 0,0          | 7,00 $\pm$ 0,41 a  | 30,0         | 6,25 $\pm$ 0,63 b  | 37,5         |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para a mesma espécie, não diferem entre si pelo teste  $t$  a 5% de significância.



**Figura 6.** Curvas de regressão (concentração-mortalidade) para efeito fumigante de piridabem em adultos de *Brevipalpus yothersi* e *B. papayensis*, na avaliação realizada 72 horas após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do acaricida.



**Figura 7.** Curvas de regressão (concentração-mortalidade) para efeito fumigante de cyflumetofen em adultos de *Brevipalpus yothersi* e *B. papayensis*, na avaliação realizada 72 horas após o início da exposição dos ácaros aos voláteis do acaricida.

**Tabela 5.** Efeito fumigante de extratos vegetais (pimenta e alho) e acaricidas (piridabem e cyflumetofen) sobre *Brevipalpus yothersi*: número médio ( $\pm$  EP) de ácaros vivos por parcela ( $n$ ), porcentagem de mortalidade em diferentes períodos após o início da exposição dos ácaros aos voláteis, para as diferentes concentrações de cada tratamento.

| Período de exposição (horas) | Tratamento      | Concentração (mg/L) |      |        |      |        |      |        |      |        |      |
|------------------------------|-----------------|---------------------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
|                              |                 | 1                   |      | 5      |      | 10     |      | 20     |      | 50     |      |
|                              |                 | $n$                 | %M   | $n$    | %M   | $n$    | %M   | $n$    | %M   | $n$    | %M   |
| 24                           | Óleo de pimenta | 9,5 a               | 5,0  | 9,5 a  | 5,0  | 10,0 a | 0,0  | 10,0 a | 0,0  | 10,0 a | 0,0  |
|                              | Extrato de alho | 9,5 a               | 5,0  | 10,0 a | 0,0  | 10,0 a | 0,0  | 9,5 a  | 5,0  | 10,0 a | 0,0  |
|                              | Piridabem       | 9,8 a               | 2,5  | 9,8 a  | 2,5  | 10,0 a | 0,0  | 9,3 a  | 7,5  | 9,8 a  | 2,5  |
|                              | Cyflumetofen    | 10,0 a              | 0,0  | 10,0 a | 0,0  | 9,3 a  | 7,5  | 9,5 a  | 5,0  | 10,0 a | 0,0  |
| 48                           | Óleo de pimenta | 5,8 b               | 42,5 | 3,5 b  | 65,0 | 5,8 b  | 42,5 | 4,8 b  | 52,5 | 10,0 a | 0,0  |
|                              | Extrato de alho | 5,0 b               | 50,0 | 4,8 b  | 52,5 | 6,0 b  | 40,0 | 5,0 b  | 50,0 | 5,8 bc | 42,5 |
|                              | Piridabem       | 9,0 a               | 10,0 | 8,3 a  | 17,5 | 8,8 a  | 12,5 | 8,0 a  | 20,0 | 5,3 c  | 47,5 |
|                              | Cyflumetofen    | 8,8 a               | 12,5 | 7,8 a  | 22,5 | 8,0 a  | 20,0 | 7,5 a  | 25,0 | 7,0 b  | 30,0 |
| 72                           | Óleo de pimenta | 2,5 b               | 75,0 | 1,0 c  | 90,0 | 1,0 b  | 90,0 | 2,5 b  | 75,0 | 8,5 a  | 15,0 |
|                              | Extrato de alho | 1,8 b               | 82,5 | 3,3 b  | 67,5 | 2,8 b  | 72,5 | 1,0 b  | 90,0 | 3,3 c  | 67,5 |
|                              | Piridabem       | 7,0 a               | 30,0 | 6,3 a  | 37,5 | 7,5 a  | 25,0 | 7,3 a  | 27,5 | 3,3 c  | 67,5 |
|                              | Cyflumetofen    | 7,0 a               | 30,0 | 7,5 a  | 25,0 | 7,3 a  | 27,5 | 5,5 a  | 45,0 | 6,3 b  | 37,5 |

## 5.2. Efeito da pulverização de extratos vegetais e acaricidas sobre adultos de *Brevipalpus* spp.

### 5.2.1. Testes com *B. yothersi*

Ao contrário dos testes de efeito fumigante, as maiores toxicidades foram observadas para os tratamentos com acaricidas, que apresentaram valores de concentrações letais significativamente mais baixos (baseado na não sobreposição dos intervalos de confiança a 95%) que os dos extratos vegetais (Tabela 6).

Considerando-se os valores de concentração letal média ( $CL_{50}$ ), piridabem [ $CL_{50}$  entre 1,08 ppm (1 d) e 2,86 ppm (7 d)] mostrou-se significativamente mais tóxico a *B. yothersi* que cyflumetofen [ $CL_{50}$  entre 1,78 ppm (1 d) e 24,6 ppm (7 d)] e os dois extratos de planta avaliados ( $CL_{50} \geq 80,3$  ppm).

No caso dos extratos de planta, o óleo de pimenta ( $CL_{50} = 80,3$  ppm) mostrou-se mais efetivo que o extrato de alho ( $CL_{50} = 75.309$  ppm ou 7,5%) no controle de *B. yothersi*, com valores significativamente menores de  $CL_{50}$  (Tabela 6).

Essa tendência de maior toxicidade do óleo de pimenta em relação ao extrato de alho já havia sido detectada nos testes de efeito fumigante em *B. yothersi*, com máxima mortalidade (90%) dos ácaros registrada para as concentrações entre 5 e 10 mg/L para o óleo de pimenta, e de 20 mg/L para o extrato de alho (Figuras 4 e 5).

Os resultados indicam potencial de uso dos dois extratos vegetais para o controle de ácaros *B. yothersi*, com destaque para o óleo de pimenta que apresentou o maior efeito repelente (irritação) para as concentrações mais baixas do extrato e menor  $CL_{50}$ , quando pulverizado sobre os ácaros.

A  $CL_{50}$  observada para o óleo de pimenta, aos oito dias após a aplicação, não diferiu estatisticamente da  $CL_{50}$  verificada para cyflumetofen na avaliação realizada 1 dia (24 h) após a aplicação.

O potencial de uso de extrato de alho para o controle de ácaros fitófagos já havia sido reportada por Veronez *et al.* (2012), que mencionaram mortalidade de 88% de fêmeas adultas de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), quando expostas a um extrato aquoso de alho (pulverizado em torre de Potter) na concentração de 10%. No presente experimento, a concentração necessária de extrato de alho para matar 50% das fêmeas adultas de *B. yothersi* foi de 7,5%, indicando pouco contraste entre as diferentes espécies de ácaro, quanto à suscetibilidade ao extrato de alho.

**Tabela 6.** Testes de toxicidade de acaricidas sobre fêmeas adultas de *Brevipalpus yothersi*, por pulverização em torre de Potter: Número total de ácaros utilizados para a obtenção das curvas de concentração-resposta ( $n$ ); estimativa da concentração letal média ( $CL_{50}$ , em ppm de ingrediente ativo) e intervalo de confiança (I.C.) a 95%; coeficiente angular e erro padrão da média (EP); Qui-quadrado ( $X^2$ ); grau de liberdade (G.L.) e toxicidade relativa (TR).

| Acaricidas      | Tempo após tratamento (dias) | $n$ | $CL_{50}$ (ppm)<br>(I.C. 95%)                              | $CL_{90}$ (ppm)<br>(I.C. 95%)   | Coeficiente Angular<br>$\pm$ EP | $X^2$ | g.l. |
|-----------------|------------------------------|-----|--|---|---------------------------------|-------|------|
| Piridabem       | 1                            | 400 | 2,86<br>(2,50 – 3,51)                                      | 9,01<br>(7,25 – 11,9)   | $2,58 \pm 0,26$                 | 1,17  | 3    |
|                 | 4                            | 400 | 1,75<br>(1,47 – 2,08)                                      | 5,69<br>(4,53 – 7,61)   | $2,50 \pm 0,20$                 | 2,15  | 3    |
|                 | 7                            | 400 | 1,08<br>(0,89 – 1,29)                                      | 3,98<br>(3,09 – 5,59)   | $2,26 \pm 0,22$                 | 0,11  | 3    |
| Cyflumtofen     | 1                            | 320 | 24,56<br>(9,26 – 65,13)                                    | 46,69<br>(15,10 – 144,37)   | $4,59 \pm 1,22$                 | 3,05  | 2    |
|                 | 4                            | 400 | 2,64<br>(2,24 – 3,06)                                      | 5,56<br>(4,71 – 6,80)   | $3,96 \pm 0,34$                 | 5,00  | 3    |
|                 | 7                            | 400 | 1,78<br>(1,53 – 2,11)                                      | 3,30<br>(2,68 – 4,42)   | $4,76 \pm 0,51$                 | 0,14  | 3    |
| Óleo de Pimenta | 8                            | 180 | 80,3<br>(6,36 – 1012,9)                                    | 854,4<br>(1,92 – 379213,7)  | $1,25 \pm 0,51$                 | 5,04  | 2    |
| Extrato de alho | 7                            | 180 | 75309,5<br>( $4,5 \cdot 10^{-11}$ – $1,3 \cdot 10^{+20}$ ) | $1,3 \cdot 10^{+11}$<br>( $7,5 \cdot 10^{-27}$ – $2,3 \cdot 10^{+48}$ ) | $0,21 \pm 0,37$                 | 0,20  | 2    |

### 5.2.2. Testes com *B. papayensis*

Os testes com *B. papayensis* confirmam o elevado potencial de uso dos dois extratos vegetais no controle de ácaros do gênero *Brevipalpus* (Tabela 6).

Para *B. papayensis*, o extrato de alho ( $CL_{50} = 49,6$  ppm) mostrou-se tão efetivo quanto o óleo de pimenta ( $CL_{50} = 235,2$  ppm) no controle do ácaro-praga, com valores semelhantes de  $CL_{50}$  (Tabela 7).

O extrato de alho foi significativamente mais tóxico a *B. papayensis*, quando comparado a *B. yothersi* ( $CL_{50} = 75309$  ppm), com valor de  $CL_{50}$  320 vezes menor.

Considerando-se os valores de concentração letal média ( $CL_{50}$ ), os acaricidas piridabem e cyflumetofen apresentaram praticamente a mesma toxicidade para *B. papayensis* [ $CL_{50} \leq 1,95$  ppm], com contraste apenas para a avaliação realizada um dia após o tratamento [ $CL_{50} = 0,15$  ppm (1 d) para piridabem;  $CL_{50} = 1,95$  ppm (1 d) para cyflumetofen].

Em relação a *B. yothersi*, o ácaro *B. papayensis* mostrou-se mais suscetível a piridabem (contrastes nas avaliações de 1 e 4 dias), cyflumetofen (contrastes nas avaliações de 1 e 7 dias) e extrato de alho.

Nesse aspecto, uma suscetibilidade maior de *B. papayensis* aos acaricidas abamectina, etoxazol e espiroclorfen, em comparação a *B. yothersi*, foi reportada por Salvador (2015), para linhagens destas espécies de *Brevipalpus*, procedentes de cafeeiro do estado de São Paulo.

Os resultados indicam elevado potencial de uso dos dois extratos vegetais para o controle de *B. papayensi*, com valores de  $CL_{50}$  entre 49,6 e 235,2 ppm.

Outros extratos de planta [ex.: *Dieffenbachia brasiliensis*, *Ruta graveolens*, *Allium cepa*, *Agave angustifolia*, *Annona squamosa*] também demonstraram potencial de uso para controle de ácaros fitófagos (*Tetranychus* spp.), com médias de mortalidade acima de 75%, quando pulverizados na concentração de 10%, sobre plantas de feijão infestadas (POTENZA *et al.*, 2006).

Uma elevada concentração (5 a 10% ou 5.000 a 100.000 ppm) de extratos de planta geralmente é necessária para a obtenção de mortalidades iguais ou acima de 50% para ácaros fitófagos (POTENZA *et al.* 1999a,b; 2006; GUIRADO *et al.*, 2001, VERONEZ *et al.*, 2012), limitando o uso da maioria desses compostos de origem vegetal, para o controle dos ácaros-praga em larga escala, na agricultura.

**Tabela 7.** Testes de toxicidade de acaricidas sobre fêmeas adultas de *Brevipalpus papayensis*, por pulverização em torre de Potter: Número total de ácaros utilizados para a obtenção das curvas de concentração-resposta ( $n$ ); estimativa da concentração letal média ( $CL_{50}$ , em ppm de ingrediente ativo) e intervalo de confiança (I.C.) a 95%; coeficiente angular e erro padrão da média (EP); Qui-quadrado ( $X^2$ ); grau de liberdade (G.L.) e toxicidade relativa (TR).

| Acaricidas      | Tempo após tratamento (dias) | $n$ | $CL_{50}$ (ppm)<br>(I.C. 95%) | $CL_{90}$ (ppm)<br>(I.C. 95%)                            | Coeficiente Angular<br>$\pm$ EP | $X^2$  | g.l. |
|-----------------|------------------------------|-----|-------------------------------|--|---------------------------------|--------|------|
| Piridabem       | 1                            | 186 | 0,15<br>(0,016 – 0,34)        | 1,39<br>(0,84 – 2,12)                                    | $1,68 \pm 0,40$                 | 0,0021 | 3    |
|                 | 4                            | 186 | 0,59<br>(0,39 – 0,77)         | 1,93<br>(1,58 – 2,45)                                    | $2,49 \pm 0,34$                 | 0,010  | 3    |
|                 | 7                            | 186 | 0,85<br>(0,66 – 1,03)         | 2,36<br>(1,98 – 2,95)                                    | $2,89 \pm 0,33$                 | 0,013  | 3    |
| Cyflumtofen     | 1                            | 186 | 1,95<br>(1,68 – 2,26)         | 4,41<br>(3,71 – 5,49)                                    | $3,62 \pm 0,31$                 | 0,022  | 3    |
|                 | 4                            | 186 | 0,56<br>(0,029 – 10,75)       | 6,51<br>(0,95 – 44,5)                                    | $1,20 \pm 0,51$                 | 3,96   | 3    |
|                 | 7                            | 186 | 0,91<br>(0,54 – 1,12)         | 2,79<br>(1,03 – 3,25)                                    | $2,79 \pm 0,37$                 | 0,014  | 3    |
| Óleo de Pimenta | 4                            | 186 | 235,2<br>(56,5 – 68762,2)     | $3,2 \cdot 10^{+7}$<br>(91839,9 – $1,2 \cdot 10^{+20}$ ) | $0,25 \pm 0,08$                 | 0,57   | 2    |
| Extrato de alho | 7                            | 186 | 49,6<br>(10,2 – 1281563,0)    | 17081,5<br>(308,9 – $8,8 \cdot 10^{+15}$ )               | $0,51 \pm 0,19$                 | 2,45   | 2    |

### 5.3. Testes de repelência em *Brevipalpus* spp.

Com relação à repelência dos diferentes tratamentos (extratos vegetais e acaricidas) aos ácaros da espécie *B. yothersi*, foram observadas diferenças significativas entre tratamentos (extratos vegetais e acaricidas, para as áreas tratadas e não tratadas) ( $F_{9, 240} = 18,19$ ;  $P < 0,0001$ ), porém, sem influência significativa do tempo de exposição ( $F_{4, 245} = 0,3545$ ;  $P = 0,8419$ ) dos ácaros nas superfícies tratadas (Figura 8).

No caso de *B. papayensis*, também foram observadas diferenças significativas entre tratamentos ( $F_{9, 190} = 15,66$ ;  $P < 0,0001$ ), sem influência significativa do tempo de exposição ( $F_{4, 195} = 0,2909$ ;  $P = 0,8835$ ) (Figura 8).

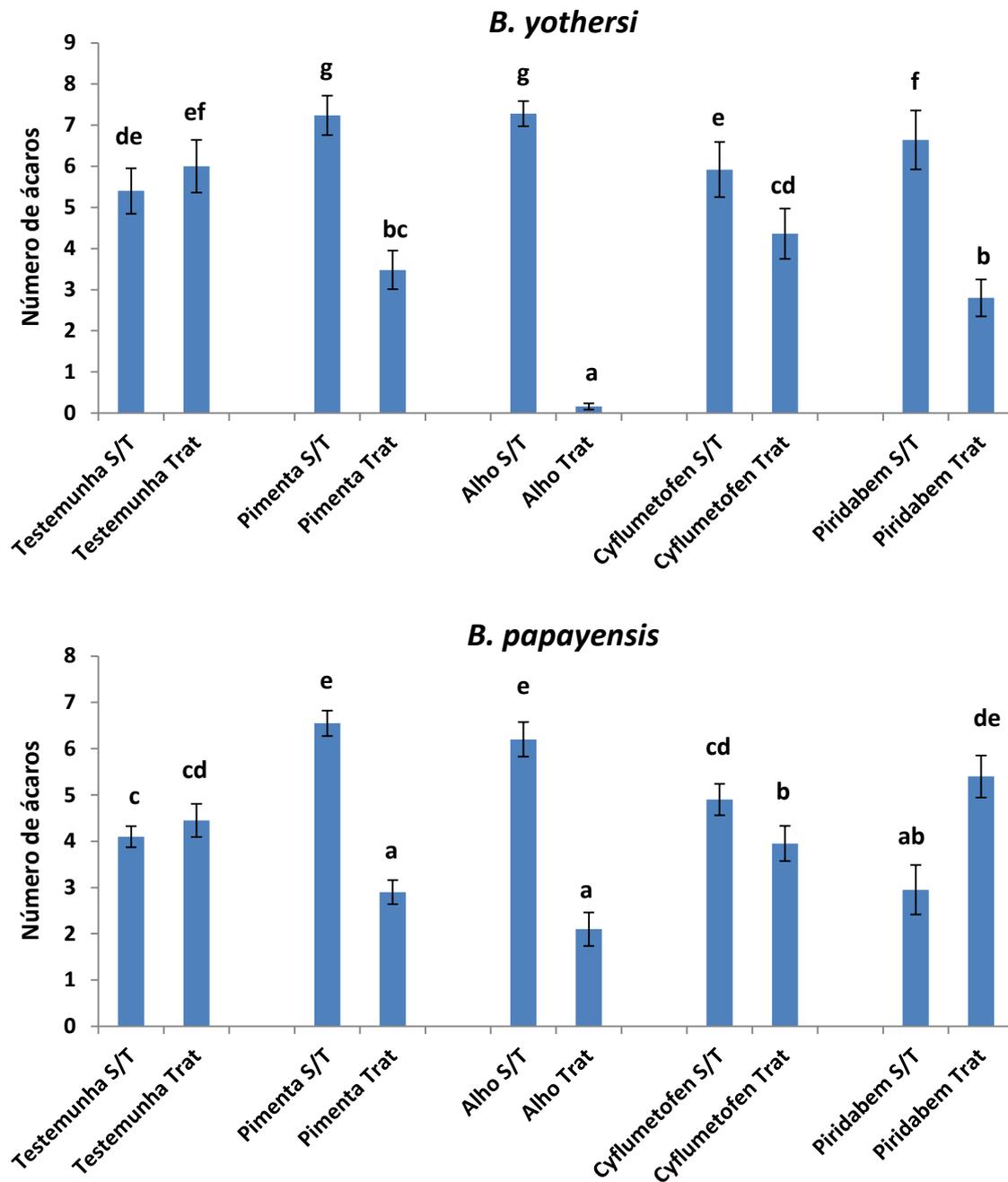
A não correlação dos dados de repelência com o tempo de exposição (período após a infestação dos ácaros nas arenas de teste) indica que todos os compostos testados, inclusive os extratos de pimenta e alho, mantiveram o efeito repelente por pelo menos 48 horas.

Os tratamentos com extratos de pimenta e alho mostraram-se repelentes às duas espécies de *Brevipalpus*, com maior contraste para o extrato de alho em *B. yothersi*, com redução de 97,8% no número de ácaros dessa espécie na superfície foliar tratada com referido extrato vegetal. O óleo de pimenta levou a uma redução de 51,9% no número de ácaros *B. yothersi* em folhas de citros.

Para *B. papayensis*, os extratos de alho e pimenta, induziram reduções no número de fêmeas adultas entre 66,1% e 55,7%, quando aplicados sobre folhas de citros.

O efeito de extrato de alho como repelente de diversas espécies de insetos e ácaros [ex.: *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini & Fanzago) (Acari: Macronyssidae); *Rhipicephalus* spp. (Acari: Ixodidae)] já foi citado por diversos autores (BIRRENKOTT *et al.*, 2000; STJERNBERG; BERGLUND, 2000; MGOCKEKI, 2017), no entanto, praticamente não há informações sobre a influência do extrato desta planta no comportamento de ácaros *Brevipalpus* spp..

O efeito repelente de extratos vegetais e/ou voláteis de plantas tem sido reportado para algumas espécies de ácaros fitófagos, principalmente os do gênero *Tetranychus* (LEE *et al.*, 2003; MOTAZEDIAN *et al.*, 2012; KHERADMAND *et al.*, 2015). Estudos realizados com alguns voláteis de plantas como ácido hexanoico e limoneno (terpeno) mostraram efeitos de repelência de 79,1%, 87,8%, respectivamente, para linhagens de *T. urticae* suscetíveis a acaricidas. A maioria dos terpenos avaliados apresentou baixa toxicidade residual ao ácaro-praga (LEE *et al.*, 2003).



**Figura 8.** Efeito repelente de extratos vegetais (pimenta e alho) e acaricidas (piridabem e cyflumetofen) sobre *Brevipalpus yothersi* e *B. papayensis*: número médio ( $\pm$  EP) de ácaros por folha de citros, nas áreas tratada (Trat) e sem tratamento (S/T). Colunas com mesma letra, para a mesma espécie, não diferem entre si pelo teste *t* a 5% de significância.

MOTAZEDIAN et al. (2012) avaliaram a capacidade de repelência de extratos de *Mentha longifolia* (Lamiaceae) e *Myrtus communis* (Myrtaceae) em *T. urticae* e reportaram índices de repelência de até 57% e 61%, respectivamente. Esses valores foram semelhantes aos observados para os extratos de pimenta e alho em *B. papayensis*.

O acaricida cyflumetofen também se mostrou repelente aos ácaros das duas espécies de *Brevipalpus*, porém, com porcentagens de redução iguais ou inferiores a 26,4%.

No caso de piridabem, os ácaros das duas espécies (*B. yothersi* e *B. papayensis*) apresentaram comportamentos distintos com relação à presença dos resíduos secos deste acaricida. Os ácaros *B. yothersi* evitaram as áreas tratadas com piridabem, com redução populacional de 57,8%, no entanto, os adultos de *B. papayensis* não demonstraram comportamento de fuga dos locais previamente tratados com piridabem, observando-se tendência de aumento na densidade populacional nas áreas com resíduo deste acaricida.

Esses resultados corroboram os obtidos nos testes de efeito fumigante de extratos vegetais e acaricidas nas duas espécies de *Brevipalpus*, nos quais foi observada maior tendência de movimentação (fuga) dos ácaros quando expostos aos extratos de alho e de pimenta, em baixas concentrações (Figuras 4 e 5), quando comparados aos tratamentos com os acaricidas piridabem e cyflumetofen (Figuras 6 e 7).

#### **5.4. Testes de toxicidade com o ácaro predador *Euseius citrifolius***

Os testes toxicológicos com *E. citrifolius* indicam que o óleo de pimenta e o extrato de alho são inócuos ao predador, com mortalidades não significativas (abaixo de 5%), mesmo na máxima concentração avaliada (10%).

A baixa toxicidade de extrato de alho em ácaros da família Phytoseiidae também foi reportada por Veronez et al. (2012).

Os resultados demonstram elevado potencial de uso dos dois extratos vegetais para o manejo de ácaros fitófagos, principalmente para *Brevipalpus* spp. devido à sua maior toxicidade aos ácaros-praga que aos ácaros fitoseídeos, que correspondem aos principais inimigos naturais dos ácaros-praga nos cultivos agrícolas (MORAES; McMURTRY, 1981; SILVA et al., 2012).

## 6. CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos, pode-se concluir que:

- Os dois extratos vegetais testados mostram potencial de uso para o controle de *Brevipalpus yotheri* e *B. papayensis*, com destaque para o óleo de pimenta, que apresenta elevado efeito tóxico por fumigação (90% e 100%) e contato para as duas espécies avaliadas.
- Há diferenças entre *B. yotheri* e *B. papayensis* quanto à sensibilidade aos extratos de alho e de pimenta, com maior suscetibilidade observada para *B. papayensis*, aos dois extratos avaliados.
- Os acaricidas químicos avaliados (cyflumetofen e piridabem) apresentam menor toxicidade por fumigação que os extratos vegetais, porém, são mais efetivos no controle de *B. yotheri*, quando pulverizados sobre os ácaros.
- Os extratos de alho e pimenta apresentam efeito repelente para as duas espécies de *Brevipalpus*, com maior atividade de repelência observada para alho em *B. yotheri*.
- Os dois extratos vegetais mostram-se inócuos ao ácaro predador *E. citrifolius*.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2013. **Anuário da agricultura brasileira**. FNP Consultoria e Comércio. 2013. 480 p.

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 02 Jan 2016.

AHMAD, N.; FAZAL, H.; ABBASI, B.H.; FAROOQ, S.; ALI, M.; KHAN, M. A.; Biological role of *Piper Nigrum* L. (Black Pepper): A review. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, 2012.

ALBERTI, G.; KITAJIMA, E.W. Anatomy and fine structure of *Brevipalpus* mites (Tenuipalpidae): Economically important plant-virus vector. **Zoologica**, Vienna, v.160, 2014. 192p.

ANAPA. **Acompanhamento conjuntural do alho agosto/2017**. 2017. Disponível em: <http://anapa.com.br/conjuntura/>. Acessado em: 06/05/2018.

ATTIA, S.; GRISSA, K.L.; MAILLEUX, A.C.; LOGNAY, G.; HEUSKIN, S.; et. al. Effective concentrations of garlic distillate (*Allium sativum*) for the control of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). **Journal of Applied Entomology**, v.136, n.4, p.302-312, 2012.

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.S. dos. Bio Estat 5.0. **Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém. Sociedade Civil Mamirauá. Brasília, CNPq. 2007.

AZAMBUJA, W. **Métodos de extração de óleos essenciais**. Disponível em:<<http://oleosessenciais.org>> Acesso em: 22/12/2015.

BASTIANEL, M.; FREITAS-ASTÚA, J.; KITAJIMA, E.W.; MACHADO M.A. The citrus leprosis pathosystem. **Summa Phytopathologica**, v.32, n.3, p.211-220, 2006.

BIRRENKOTT, G.P.; BROCKENFELT, G.E.; GREER, J.A.; OWENS, M.D. Topical application of garlic reduces northern fowl mite infestation in laying hens. **Poultry Science**, v.79, p.1575-1577, 2000.

BIZZO, H.R.; REZENDE, C.M.; HOVELL, A.M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v.32, n.3, p.588-594, 2009.

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.01-67, 2015.

BOTEON, M.; PAGLIUCA, L. G. Análise da sustentabilidade econômica da citricultura paulista. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 31, n. 2, p. 101-106, 2010.

CAMPOS, F.J.; OMOTO, C. Estabilidade da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) a hexythiazox em pomares de citros. **Neotropical Entomology**, v.35, n.6, p.840-848, 2006.

CARNEIRO JUNIOR, J. F. C.; LIMA, J. M. de; SILVA, A. L. P.; NASCIMENTO, M. N. C. F.; Análise de mercado da pimenta do reino no período de 1990 a 2015. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 11, p. 139-145, 2017.

CHIAVEGATO, L.G. Ácaros da cultura de citros. In: RODRÍGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JR., J.; AMARO, A.A. **Citricultura Brasileira**: 2ª ed. Campinas: Fundação Cargill, p.601-641, 1991.

CHIAVEGATO, L.G. Transmissão da leprose pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em citros. In OLIVEIRA, C.A.L. (ed.). **Leprose dos citros**. Jaboticabal: FUNEP. p.49-56. 1995.

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.

CLARÁ, R. A.; MARIGLIANO, A.C.G.; SÓLIMO, H.N. Physicochemical properties and vapor-liquid equilibrium data for steam-distilled lemon essential oil. **Latin American Applied Research**, v.40, p.61-66, 2010.

CROFT, B.A.; MacRAE, I.V. Biological control of apple mites: impact of *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae) on *Typhlodromus pyri* and *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). **Environmental Entomology**, v.22, p.865-873, 1993.

DIETZGEN, R.G.; KUHN, J.H.; CLAWSON, A.N.; FREITAS-ASTÚA, J.; GOODIN, M.M.; KITAJIMA, E.W.; KONDO, H.; WETZEL, T.; WHITFIELD, A.E. Create2species, *Orchid fleck dichorhavirus* and *Coffee ringspot dichorhavirus*, in a new unassigned genus, *Dichorhavirus*. Date first submitted to ICTV: June 2014. Disponível em: file:///C:/Users/Lucas/Downloads/2014.003a-dV.N.v1.Dichorhavirus. pdf. Acesso em: 31 dez 2014.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, **Produção Brasileira de Laranja**, 2017. Disponível em: [http://www.cnpmf.embrapa.br/Base\\_de\\_Dados/index\\_pdf/dados/brasil/laranja/b1\\_laranja.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/laranja/b1_laranja.pdf). Acesso em 24/04/2018.

EMBRAPA, **Manual Segurança e Qualidade para a Cultura da Pimenta-do-Reino**. Brasília, EMBRAPA/SEDE, 2004. 65 p.

ESTREJA, J. L. V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.2, p.217-222, 2006.

FERNANDES, M.H.A.; MENEZES, K.O.; SOUZA, A.M.; LOPES, F.S.C.; OLIVEIRA, J.E.M.; GERVÁSIO, R.C.R.G. **Atividade fumigante do óleo essencial de laranja sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)**. In: Congresso Latino-americano de Entomologia, 9, Maceió, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151672/1/625.pdf>. Acesso em: 20 Dez 2017.

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

FRANCO, C.R. **Detecção e caracterização da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) ao acaricida propargite**. 2002. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Área de Concentração: Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

FUNDECITRUS, **Reestimativa da safra de laranja 2017/18 do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro – fechamento em abril/2018**. Disponível em: [http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes\\_relatorios/0418\\_Reestimativa\\_da\\_Safra\\_de\\_Laranja.pdf](http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0418_Reestimativa_da_Safra_de_Laranja.pdf). Acesso em: 20/04/2018

GUIRADO, N.; NOGUERA, N. de L.; AMBROSANO, E.J.; FRANÇOZO, M. Efeito de extratos vegetais na atividade vetora de *Brevipalpus phoenicis*. **Summa phytopathologica**, v.27. p. 343-347, 2001.

HINCAPIÉ, C.A.; LÓPEZ, G.E.; TORRES, R. Comparison and characterization of garlic (*Allium sativum* L.) bulbs extracts and their effect on mortality and repellency of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.68, p.317-327, 2008.

JE-HOON, M.O. The acaricidal and repellent effect of cinnamon essential oil against house dust mite. **International Scholarly and Scientific Research & Innovation**, v.5, n.12, p.666-670, 2011. Disponível em: <http://waset.org/publications/14817/the-acaricidal-and-repellent-effect-of-cinnamon-essential-oil-against-house-dust-mite>. Acesso em: 20 Dez. 2017.

KHERADMAND, K.; BEYNAGHI, S.; ASGARI, S.; SHEYKHI GARJAN, A. Toxicity and Repellency effects of three plant essential oils against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.17, p.1223-1232, 2015.

KITAJIMA, E.W., CHAGAS, C.M.; RODRIGUES, J.C.V. *Brevipalpus*-transmitted plant virus and diseases: cytopathology and some recent cases. **Experimental and Applied Acarology**, v.30, p.135-160, 2003.

LEE, S.Y; YOO, J.S; MOON, S.J.; LEE, S.G.; KIM, C.S.; SHIN, S.C.; KIM, G.H. Fumigant and repellency effects of terpenes against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Korean Journal of Applied Entomology**, v.42, n.3, p.249-255, 2003.

LEORA SOFTWARE. Polo. In: ROBERTSON, J.L.; PREISLER, H.K.; RUSSEL, R.M. (Ed.). **A user's guide to probit or logit analysis**. Berkeley: LeOra Software. 2003. p. 7-11.

LOCALI, E.C.; FREITAS-ASTÚA, J.; MACHADO, M.A. Leprose-dos-citros: biologia e diagnóstico do vírus. **Laranja**, Cordeirópolis, v.25, n.1, p.53-68, 2004.

MACHADO, L.A.; SILVA, B.; V.; OLIVEIRA, M.M. de. Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. **O Biológico**, v.69, n.2, p.103-106, 2007.

MENDES, P.A.P. **Estudo do teor de alicina em alho**. Dissertação (mestrado), Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança, Bragança, 2008. Disponível em: [https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/1998/4/Patr%C3%ADcia\\_Mendes\\_MEQ\\_2008.pdf](https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/1998/4/Patr%C3%ADcia_Mendes_MEQ_2008.pdf). Acesso em: 27 Jun 2018.

MINEIRO, J.L.C. **Ecologia do ácaro da mancha-anular *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em cafeeiros no Estado de São Paulo**. 2006. 179 f. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

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.

MINEIRO, J.L.C.; SATO, M.E.; OCHOA, R.; BEARD, J.J.; BAUCHAN, G.R. ***Brevipalpus phoenicis* no Brasil: de 2011 a 2015, o que aconteceu?** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ACAROLOGIA, 5, São José do Rio Preto, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/280625709\\_Brevipalpus\\_phoenicis\\_NO\\_BRASIL\\_DE\\_2011\\_A\\_2015\\_O\\_QUE\\_ACONTECEU\\_Brevipalpus\\_phoenicis\\_IN\\_BRAZIL\\_FROM\\_2011\\_TO\\_2015\\_WHATS\\_HAPPENED](https://www.researchgate.net/publication/280625709_Brevipalpus_phoenicis_NO_BRASIL_DE_2011_A_2015_O_QUE_ACONTECEU_Brevipalpus_phoenicis_IN_BRAZIL_FROM_2011_TO_2015_WHATS_HAPPENED). Acesso em: 20 dez 2015 a.

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. **O Biológico**, São Paulo, v.77, n.2, p.84, 2015. Disponível em: [http://www.biologico.sp.gov.br/docs/bio/v77\\_2/p84.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/docs/bio/v77_2/p84.pdf). Acesso em: 20 dez 2015 b

MINEIRO, J.L.C.; OCHOA, R.; SATO, M.E. **Distribution of *Brevipalpus papayensis* Baker (Acari: Tenuipalpidae) in different host plants and locations in the State of São Paulo**. In: Symposium of the European Association of Acarologists, 8, Valencia, Espanha. Abstracts, 2016.

MGOICHEKI, N. Management of cattle ticks, *Rhipicephalus* spp (*decoloratus* and *microplus*) (Acarina: Ixodidae) with aqueous garlic extract. **International Journal of Acarology**, v.43, n.6, p.1-5, 2017.

MORAES, G.J. de; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 308p., 2008.

MORAES, G.J. de, McMURTRY, J.A. Biology of *Amblyseius citrifolius* (Denmark and Muma) (Acarina: Phytoseiidae). **Hilgardia**, v.49, p.1-29, 1981.

MORAES, G.J. de; McMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A. **A catalog of the mite family**

**Phytoseiidae:** references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. Brasília: EMBRAPA-DDT, 553p., 1986.

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

MOREIRA, P.H.R. **Ocorrência, dinâmica populacional de ácaros predadores em citros e biologia de *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae)**. 1993. 125p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área: Entomologia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal, 1993.

MOTAZEDIAN, N.; RAVAN, S.; BANDANI, A.R. Toxicity and repellency effects of three essential oils against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.14, n.2, p.275-284, 2012.

MUSUMECI, M.R.; ROSSETTI, V. Transmissão dos sintomas da leprose dos citros pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis*. **Ciência e Cultura**, v.15, p.228. 1963.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**. 71 f. 2010.

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

OLIVEIRA, C.P. de; OLIVEIRA, C.A. L de, MELO, W.J. de. Efeito da adição de óleos mineral e vegetal a acaricidas no controle do ácaro-da-leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 224-226, 2003.

OLIVEIRA, D.K.S. **Influência de plantas daninhas e adubação na interação entre ácaros predadores, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e o vírus da leprose dos citros (CiLV-C) em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck**. Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico, São Paulo. 55p. 2013.

OMOTO C. Acaricide resistance management of leprosis mite (*Brevipalpus phoenicis*) in Brazilian citrus. **Pesticide Science**, v.52, p.189-191, 1998.

PARRA, J.R.P. **Controle biológico das pragas de citros**. Boletim Citrícola, n. 21, Bebedouro: EECB, 2002. 37p. Disponível em: <http://www.estacaoexperimental>.

com.br/documentos/BC\_21.pdf. Acesso em: 28 Jan 2017.

PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H. N.; PINTO, A de S. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos dos citros**. Piracicaba: A. S. Pinto, 2003. 140p.

PONTES, W.J.T.; OLIVEIRA, J.C.S.; CÂMARA, C.A.G.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; OLIVEIRA, J.V.; SCHWARTZ, M.O.E. Atividade acaricida dos óleos essenciais de folhas e frutos de *Xylopiya sericea* sobre o ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch). **Química Nova**, v.30, n.4, p.838-841, 2007.

PPDB - **Pesticide Properties DataBase - Pyridaben**. University of Hertfordshire. Record last updated: Thursday 14 December 2017a. Disponível em: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/569.htm>. Acesso em: 28 Jan 2018.

PPDB - **Pesticide Properties DataBase - Cyflumetofen**. University of Hertfordshire. Record last updated: Thursday 14 December 2017b. Disponível em: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/1143.htm>. Acesso em: 28 Jan 2018.

POTENZA, M.R.; GOMES, R.C.O.; JOCYS, T.; TAKEMATSU, A.P.; RAMOS, A.C.O. Avaliação de produtos naturais para o controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em casa de vegetação. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, n.4, p.455-459, 2006.

POTENZA, M.R.; TAKEMATSU, A.P.; BENEDICTO, L.H. Avaliação do controle de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) através de extratos vegetais, em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.66, p.91-97, 1999a.

POTENZA, M.R.; TAKEMATSU, A.P.; SIVIERI, A.P.; SATO, M.E.; PASSEROTTI, C.M. Efeito acaricida de alguns extratos vegetais sobre *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.66, p.31-37, 1999b.

REIS, P.R.; ALVES, E.B.; SOUSA, E.O. Biologia do ácaro-vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, n. 3, p. 260-266, 1997.

REIS, P. R.; TEODORO, A. V.; PEDRO NETO, M. Atividade predatória de ácaros fitoseídeos sobre os estádios de desenvolvimento do ácaro da mancha-anular do cafeeiro (Acari: Phytoseiidae, Tenuipalpidae). **Simpósio dos Cafés do Brasil**. 2000.

REIS, P.R.; TEODORO, A.V.; FRANCO, R.A. Seletividade de produtos fitossanitários

utilizados em cafeeiros ao ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark e Muma, 1970 (ACARI: PHYTOSEIIDAE). **II Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil**. 2001.

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

SABELIS, M.W. The Phytoseiidae: capacity for population increase. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (eds). **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Elsevier Science, vol 1(b). p.35-41, 1985.

SANTOS, A. S.; ALVES, S.; FIGUEIREDO, F J C.; ROCHA NETO, O G. Descrição de Sistema e de Métodos de Extração de Óleos Essenciais e Determinação de Umidade de Biomassa em Laboratório. **Embrapa Amazônia Oriental**, Belém, Comunicado Técnico 99, 2004.

SALVADOR, A. Biologia e sensibilidade a agroquímicos de duas morfoespecies de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). Dissertação (Mestrado). **Instituto Biológico**, São Paulo, 2015. 63 p.

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.

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. da; SATO, M.E.; OLIVEIRA, C.A.L. de; NICASTRO, R.L. Interspecific interactions involving *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and *Agistemus brasiliensis* (Acari: Stigmaeidae) as predators of *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.65, p.319-329, 2015.

STJERNBERG, L.; BERGLUND, J. Garlic as an insect repellent. **Journal of the American Medical Association**, v.284, n.7, p.831. 2000.

TRINDADE, M. L. B.; CHIAVEGATO, L. G. Caracterização biológica dos ácaros *Brevipalpus obovatus* D., *B. californicus* e *B. phoenicis* G. (Acari: Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 189-195, 1994.

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

VITTI, A.M.S.; BRITO, J.O. **Óleo essencial de eucalipto**. Documentos florestais, n.17, p.1-26, 2003.



SECRETARIA DE  
AGRICULTURA E ABASTECIMENTO



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**  
TRABALHANDO POR VOCÊ