

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM  
CONTROLE DE DOENÇAS E PRAGAS DOS CITROS**

**MARCIO ALEXANDRE JORGE**

**Controle do ácaro da leprose dos citros pelo acaricida  
espiroclorfenol: influência da mistura em tanque e da frequência  
de aplicação de inseticidas**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da  
Citricultura como parte dos requisitos para obtenção  
do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara  
Março 2019**

**MARCIO ALEXANDRE JORGE**

**Controle do ácaro da leprose dos citros pelo acaricida  
espiroclorfenol: influência da mistura em tanque e da frequência  
de aplicação de inseticidas**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da  
Citricultura como parte dos requisitos para obtenção  
do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara  
Março 2019**

## **MARCIO ALEXANDRE JORGE**

Dissertação apresentada ao Fundo de defesa da  
Citricultura como parte dos requisitos para obtenção  
do título de Mestre em Fitossanidade

Araraquara, 08 de março de 2019

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Renato Beozzo Bassanezi (Orientador)  
Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS, Araraquara/SP

---

Dr. Daniel Junior de Andrade  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP

---

Dr. Odimar Zanuzo Zanardi  
Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS, Araraquara/SP

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Jose Roberto Jorge e Aparecida Alexandre Jorge por todo amor incondicional e esforço que fizeram para me criar, educar e me preparar para o mundo.

A empresa Cambuhy Agrícola Ltda e seus colaboradores, por todos ensinamentos e oportunidades, principalmente de realizar este mestrado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e pela proteção diária.

Ao Fundecitrus e toda equipe de professores e funcionários, pelos ensinamentos, oportunidades, respeito, amizade e cordialidade que me foi sempre disposta.

Especialmente ao meu orientador Dr Renato Beozzo Bassanezi por todos ensinamentos, paciência, ajuda, respeito e por acreditar em mim quando eu mesmo achei que não conseguiria, a quem serei eternamente grato.

Ao meu Diretor e amigo Dr. Alexandre Tachibana, pela amizade, pelo profissionalismo, exemplo de ser humano e profissional competente que é.

Ao Me. Paulo Henrique Sperandio que, além de companheiro de trabalho, é meu grande amigo que sempre me apoiou, ensinou e amparou quando precisei.

Ao Gerente Agrícola e Me. Ivan Brandimarte, por todos ensinamentos e apoio na realização do mestrado.

Ao engenheiro agrônomo e futuro mestre Leonardo João Rivera Doring, por toda ajuda disposta durante a realização deste trabalho.

A Me. Claudia Fernandes Gasparino por toda ajuda, apoio e ensinamentos.

A futura engenheira agrônoma Gabriela Torres Otrenti, pela cordialidade e ajuda que me proporcionou na realização deste trabalho.

A toda equipe de funcionários da Cambuhy Agrícola Ltda, pela ajuda e ensinamentos diários.

Aos pesquisadores Dr. Marcelo Pedreira de Miranda e Dr. Franklin Behlau pelas contribuições feitas no exame de qualificação.

## **Epígrafe**

"O rio corta a rocha não por causa de sua força, mas por causa de sua persistência."  
(Jim Watkins)

## **Controle do ácaro da leprose dos citros pelo acaricida espirodiclofeno: influência da mistura em tanque e da frequência de aplicação de inseticidas**

**Autor:** Marcio Alexandre Jorge

**Orientador:** Dr. Renato Beozzo Bassanezi

### **Resumo**

A leprose dos citros, causada pelo *Citrus leprosis virus C*, transmitido pelo ácaro *Brevipalpus yothersi*, é uma doença de grande importância econômica na citricultura brasileira, pois o controle do vetor é difícil e de custo elevado e a doença pode causar severos danos à produção de laranja. A principal forma de controle adotada na maioria das propriedades citrícolas é a redução da população do ácaro da leprose por meio da pulverização de acaricidas sobre as plantas. Entretanto, os citricultores têm observado uma redução do período de controle do ácaro após a aplicação dos acaricidas. Para investigar as possíveis causas do aumento da dificuldade de controle do ácaro da leprose, foram conduzidos dois estudos. O primeiro teve o objetivo de avaliar o controle do ácaro proporcionado pelo acaricida espirodiclofeno aplicado sozinho ou em mistura com os inseticidas dimetoato, clorpirifós, imidacloprido e beta-ciflutrina, comumente utilizados para o controle do psíldeo *Diaphorina citri*. Neste estudo foram realizados três experimentos, delineados em blocos com parcelas casualizadas, em pomar adulto de laranja doce 'Valência Americana' enxertada em citrumeleiro 'Swingle'. Após a aplicação dos tratamentos foram avaliados o tempo para o índice de infestação do ácaro zerar, o período de controle do ácaro e o índice de infestação médio durante todo o período de avaliação do experimento. O segundo estudo teve como objetivo avaliar, utilizando dados históricos da propriedade, o período de controle do ácaro proporcionado pelo acaricida espirodiclofeno em talhões adultos de laranja doce 'Valência' sujeitos à diferentes frequências de aplicações de inseticidas. Nos três experimentos do primeiro estudo, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos sem e com misturas de inseticidas ao acaricida espirodiclofeno com relação ao tempo para zerar a população do ácaro, o período de controle do ácaro e o índice de infestação médio após mais de dois meses da aplicação. A aplicação dos tratamentos nos experimentos 1 e 2 proporcionaram maior período de controle do ácaro que no experimento 3, o que foi explicado pelos menores índices de infestação do ácaro no momento da aplicação dos tratamentos nos dois primeiros experimentos. No segundo estudo, o período de controle do ácaro proporcionado pelo acaricida espirodiclofeno foi significativamente menor nos talhões onde houve uma maior frequência de aplicação de inseticidas para o controle do psíldeo (intervalos de aplicação menores que 12 dias), indicando uma possível indução de hormese no ácaro da leprose pela aplicação mais frequente de inseticidas.

**Palavras-chave:** *Citrus sinensis*, *Brevipalpus yothersi*, Controle químico, Tecnologia de aplicação, Hormese.

## **Control of citrus leprosis mite by the miticide spiroadiclofen: influence of tank mixture and frequency of insecticide application**

**Author:** Marcio Alexandre Jorge

**Advisor:** Dr. Renato Beozzo Bassanezi

### **Abstract**

Citrus leprosis, caused by the *Citrus leprosis virus C* and transmitted by the mite *Brevipalpus yothersi*, is a disease of great economic importance for the Brazilian citriculture since the vector control is difficult and costly and the disease can severely impact the orange production. The main control measure adopted in most citrus farms is the reduction of the population of citrus leprosis mite by spraying acaricides on the trees. However, citrus growers have observed a reduction of the control period of the mite after the applications. To investigate the possible causes of reduction of the efficiency in controlling the citrus leprosis mite, two studies were carried out. The first evaluated the mite control provided by spiroadiclofen acaricide applied alone or in mixture with the insecticides dimetoate, chlorpyrifos, imidacloprid and beta-cyfluthrin, commonly used for the control of the psyllid *Diaphorina citri*. In this study, three experiments were carried out, in randomized block design, in an adult orchard of 'Valencia Americana' sweet orange grafted on 'Swingle' citrumelo. After the treatments application the time to zero the mite infestation index, the mite control period and the mean infestation index over the entire evaluation period of the experiment were evaluated. The second study aimed to evaluate the control period of the mite provided by the acaricide spiroadiclofen in plots of adult 'Valencia' sweet orange subject to different frequencies of insecticide applications, using historical data of the property. In the three experiments of the first study, regarding the time to zero the mite infestation, the control period of the mite and the mean infestation index over the entire evaluation period of the experiment, no significant differences were observed between the treatments without and with mixtures of insecticides to the spiroadiclofen acaricide. The application of treatments in experiments 1 and 2 provided a longer period of mite control than in experiment 3, which was explained by the lower rates of infestation of the mite at the time of application of the treatments in the first two experiments. In the second study, in the plots where there was a higher frequency of application of insecticides for psyllid control (application intervals shorter than 12 days) the control period of the mite provided by spiroadiclofen was significantly lower. It indicates a possible induction of hormesis on leprosis mite due to the frequent application of insecticides.

**Keywords:** *Citrus sinensis*, *Brevipalpus yothersi*, Chemical control, Spray technology, Hormesis.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Talhões de laranjeira doce ‘Valência americana’ sobre citrumeleiro ‘Swingle’, plantados em 2005, nos quais foram realizados os experimentos 1 (A) e 2 (B) e distribuídos os tratamentos: T1 – Espirodiclofeno sem mistura de inseticida; T2 – Espirodiclofeno em mistura com dimetoato; T3 –Espirodiclofeno em mistura com clorpirifós; T4 - Espirodiclofeno em mistura com imidacloprido; T5 - Espirodiclofeno em mistura com beta-ciflutrina (Imagem do Google Earth Pro®, de 10/12/2017) .....11
- Figura 2.** Talhões de laranjeira doce ‘Valência americana’ sobre citrumeleiro ‘Swingle’, plantados em 2007, nos quais foi realizado o experimento 3. Cada talhão foi dividido em 10 parcelas nas quais foram distribuídos os tratamentos: T1 – Espirodiclofeno sem mistura de inseticida; T2 –Espirodiclofeno em mistura com dimetoato; T3 – Espirodiclofeno em mistura com clorpirifós; T4 - Espirodiclofeno em mistura com imidacloprido; T5 - Espirodiclofeno em mistura com beta-ciflutrina (Imagem do Google Earth Pro®, de 10/12/2017) .....11
- Figura 3.** Aspecto das plantas no momento da aplicação do acaricida nos experimentos 1 (A), 2 (B) e 3 (C). No experimento 2 (B) é possível notar que as plantas haviam sido previamente podadas nas laterais e no topo e não havia presença de frutos em nenhum estágio .....14
- Figura 4.** Detalhe da aplicação dos tratamentos (A), do ramal pulverizador (B) e das pontas e do cone de pulverização (C) utilizado nos três experimentos .....15

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Infestação média do ácaro da leprose dos citros (% de órgãos com a presença) em cada uma das parcelas, nos experimentos 1, 2 e 3, antes da aplicação dos tratamentos .....	13
<b>Tabela 2.</b> Equipamentos, condições operacionais e climáticas durante as aplicações dos tratamentos nos experimentos 1, 2 e 3 .....	15
<b>Tabela 3.</b> Infestação inicial, tempo para zerar, período de controle para 1, 5 e 10% de infestação e infestação média após aplicação dos tratamentos no experimento 1 .....	21
<b>Tabela 4.</b> Infestação inicial, tempo para zerar, período de controle para 1, 5 e 10% de infestação e infestação média após aplicação dos tratamentos no experimento 2 .....	22
<b>Tabela 5.</b> Infestação inicial, tempo para zerar, período de controle para 1, 5 e 10% de infestação e infestação média após aplicação dos tratamentos no experimento 3 .....	23
<b>Tabela 6.</b> Cobertura média nos papéis hidrossensíveis <sup>x</sup> da calda aplicada nas parcelas dos diferentes tratamentos nos experimentos 1, 2 e 3 .....	26
<b>Tabela 7.</b> Condições climáticas nos cinco meses após a aplicação dos tratamentos nos experimentos 1, 2 e 3 .....	27
<b>Tabela 8.</b> Período de controle do ácaro da leprose <i>Brevipalpus yothersi</i> após a aplicação do acaricida espiroclorfenol em função do intervalo entre aplicações de inseticidas para o controle do psílido <i>Diaphorina citri</i> . Talhões de laranjeira Valência com mais de 10 anos de idade na Fazenda Cambuhy, Matão, SP (2013-2017) .....	28

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1. Avaliação do controle do ácaro da leprose após a aplicação do acaricida espirodiclofeno isolado ou em mistura com inseticidas.....	10
2.1.1. Área experimental.....	10
2.1.2. Tratamentos e delineamento experimental .....	12
2.1.3. Aplicação dos tratamentos .....	14
2.1.4. Avaliação da infestação do ácaro da leprose e de variáveis relacionadas ao controle do ácaro da leprose proporcionado pelos tratamentos .....	17
2.1.5. Análise dos dados .....	17
2.2. Avaliação do período de controle do ácaro da leprose em função do intervalo de aplicação de inseticidas para o controle do psílídeo .....	18
2.2.1. Coleta de dados .....	18
2.2.2. Análise dos dados .....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
3.1 Avaliação do controle do ácaro da leprose após a aplicação do acaricida espirodiclofeno isolado ou em mistura com inseticidas.....	20
3.2 Avaliação do período de controle do ácaro da leprose em função do intervalo de aplicação de inseticidas para o controle do psílídeo .....	28
3.3 Considerações finais .....	29
4. CONCLUSÕES .....	31
REFERÊNCIAS .....	32

## 1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro é composto por diversas culturas agrícolas, entre as quais, destaca-se a citricultura, que posiciona o Brasil como maior produtor e exportador mundial de suco de laranja. Presente em centenas de municípios brasileiros, a citricultura também é grande geradora de emprego e renda para a população de onde está presente (Neves et al., 2010). No Brasil, a produção de laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] está mais concentrada no chamado parque citrícola, que compreende os municípios do estado de São Paulo e do sul e sudoeste do Triângulo Mineiro, no estado de Minas Gerais, onde 415 mil hectares estão plantados com 197,86 milhões de laranjeiras (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018a). A produção média de laranja do parque citrícola das últimas três safras (2015/16, 2016/17 e 2017/18) foi de 314,8 milhões de caixas de 40,8 kg (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018a).

Para manter a competitividade e produtividade é imprescindível a adoção de práticas adequadas de controle fitossanitário, porque as pragas e doenças afetam diretamente a produção de laranja, causando desfolha e seca de ramos, que definham as plantas e diminuem a produção de frutos, e/ou causando sua queda prematura e/ou depreciação para o mercado de fruta fresca. Incluindo as operações para aplicação dos agrotóxicos (equipamentos e máquinas, combustível e mão de obra), o custo de controle de pragas e doenças dos citros representaram entre 30 e 45% do custo total de produção de laranja, dependendo da idade do pomar (FNP Consultoria & Comercio, 2017).

Dentre os agrotóxicos aplicados na citricultura, aproximadamente 34% da quantidade de produtos utilizados, assim como do valor gasto, são relativos aos acaricidas (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal, 2017). Os acaricidas são empregados para o controle do ácaro da falsa ferrugem [*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead, 1879 (Acari: Eriophyidae)], do ácaro branco [*Polyphagotarsonemus latus* Banks, 1904 (Acari: Tarsonemidae)], de ácaros desfolhadores [*Panonychus citri* McGregor, 1916 (Acari: Tetranychidae), *Eutetranychus banksi* McGregor, 1914 (Acari: Tetranychidae), *Tetranychus mexicanus* McGregor, 1950 (Acari: Tetranychidae)] e, principalmente, do ácaro da leprose dos citros [*Brevipalpus yothersi* Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae)], que utiliza cerca 60% dos acaricidas na citricultura.

O ácaro da leprose dos citros é considerado uma praga-chave na citricultura, principalmente para a produção de laranja (Gravena, 2002). Este ácaro é o vetor do vírus da leprose dos citros do tipo citoplasmático (*Citrus leprosis virus C*; CiLV-C), que causa a doença

conhecida como leprose dos citros (Müller et al. 2005). A leprose foi descrita em praticamente todos os estados com produção de citros no Brasil, sendo considerada a mais importante doença viral dos citros por comprometer seriamente a longevidade e a produção da planta e pelo alto custo do seu controle (Müller et al. 2005).

Os sintomas da doença em laranjeiras doces, que são suscetíveis, são caracterizados por lesões isoladas ou coalescentes, localizadas ao redor dos pontos de alimentação do ácaro, pois o CiLV-C não coloniza a planta sistemicamente (Kitajima et al., 1972). Nos ramos verdes, aparecem pústulas necróticas marrom-avermelhadas, que se tornam corticosas e salientes. Quando aumentam de tamanho, as lesões atingem extensas áreas nos ramos, levando à ruptura da casca que causa a seca e morte dos mesmos (Müller et al. 2005). Nas folhas, inicialmente aparecem pequenas manchas cloróticas que evoluem para manchas cloróticas de 1 a 3 cm de diâmetro, geralmente próximas às nervuras, com ou sem a presença de anéis concêntricos necróticos e goma. A presença de muitas lesões nas folhas reduz a sua capacidade fotossintética e causa a sua queda prematura, levando à desfolha da planta (Müller et al. 2005). Nos frutos verdes as lesões são inicialmente cloróticas, lisas ou deprimidas e, à medida que o fruto amadurece, aumentam de tamanho, se tornam escuras, marrons ou pretas, sendo lisas ou deprimidas, podendo ou não apresentar rachaduras. A presença de lesões em grande número nos frutos ou localizadas próximas ao pedúnculo leva à queda prematura dos mesmos (Müller et al. 2005). Quanto maior a infestação de ácaros contaminados com o vírus, maior o número de lesões e mais sérios são os danos à planta (Rodrigues et al., 1994).

O ácaro da leprose, também conhecido como ácaro plano ou achatado, pertence à família Tenuipalpidae. Este ácaro caracteriza-se por ser diminuto e apresentar idiossoma achatado dorso-ventralmente com coloração avermelhada, com tonalidade que varia de acordo com a planta hospedeira, idade e condições climáticas (Chiavegato, 1991; Fénelio, 2010). Até 2015, no Brasil, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) era sempre citado e conhecido como vetor do vírus da leprose dos citros. Com base no trabalho de Beard et al. (2015), que, após uma revisão na espécie, reconheceu um complexo de espécies do gênero *Brevipalpus* com algumas diferenças morfológicas na espermateca, placas genital e ventral e setas dos palpos das fêmeas, verificou-se que a espécie predominante dos ácaros do gênero *Brevipalpus* nos pomares de citros no estado de São Paulo, era o *B. yothersi* Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae) (Mineiro et al., 2015).

O desenvolvimento do ácaro da leprose é diretamente influenciado pelas condições climáticas. A  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $60\pm 10\%$  de umidade relativa do ar (UR) e 14 h de fotoperíodo, a fase imatura (ovo-adulto) varia de 21,8 a 24,0 dias, a pré-oviposição de 2,7 a 3,5 dias, oviposição de

17,0 a 19,3 dias, pós oviposição de 3,0 a 3,4 dias, fecundidade de 19,7 a 21,6 ovos/fêmea, viabilidade de 97,4 a 99,4%, longevidade de 23,8 a 25,9 dias e ciclo de vida de 45,5 a 49,3 dias (Amaral et al., 2018). O aumento da temperatura de 20°C para 30°C acelera o desenvolvimento e aumenta a fecundidade do ácaro da leprose dos citros (Chiavegato, 1986). Em ambiente controlado, Falconi & Oliveira (2004) observaram que a UR interfere diretamente na duração média do ciclo do ovo até o adulto. Na UR de 60%, o ciclo foi completado em média três dias antes do que em UR de 30% ou 90%. A frequência e a intensidade de chuvas, assim como a condição hídrica do solo, têm relação direta com o aumento populacional do ácaro da leprose (Falconi et al., 2002; Andrade et al., 2008). Nos meses mais secos do ano, quando as plantas estão sob estresse hídrico, o ácaro atinge altos níveis populacionais. À medida que entra o período das chuvas e as plantas retomam sua condição hídrica normal, ocorre naturalmente uma redução na população do ácaro.

A transmissão transovariana do vírus para a descendência do ácaro não foi demonstrada em diversos trabalhos (Chiavegato & Salibe, 1984; Boaretto et al., 1993; Rodrigues et al., 1994; Chiavegato, 1995; Rodrigues, 1995). Para adquirir o vírus da leprose é necessário que o ácaro se alimente em tecidos infectados das plantas de citros por pelo menos uma hora (Rossetti et al., 1969; Chiavegato & Salibe, 1984; Chiavegato, 1986; Chagas et al., 1984; Boaretto & Chiavegato, 1994). O CiLV-C não apresenta ação sistêmica na planta e fica localizado próximo ao ponto de alimentação do ácaro. Desta forma, o vírus necessita do ácaro vetor para se disseminar planta a planta ou para outros órgãos da mesma planta (Rodrigues et al., 2003).

A redução das fontes de inóculo do vírus e da taxa de infecção são as principais estratégias para o controle da leprose dos citros. A redução do inóculo é feita por meio de algumas práticas como a poda de ramos lesionados, a remoção de frutos doentes e o controle de plantas daninhas hospedeiras do vírus. A adoção dessas medidas, que são feitas manualmente e apresentam baixo rendimento operacional, dependendo do tamanho da área afetada, pode se tornar inviável pelo tempo e custo necessários. Para a redução da taxa de infecção, a estratégia mais utilizada é reduzir a população do ácaro vetor e sua disseminação, podendo ser feita por meio do plantio de mudas livres de ácaro, desinfestação e limpeza de equipamentos e materiais de colheita, controle de plantas daninhas hospedeiras do ácaro, colheita antecipada dos frutos e controle periódico do ácaro vetor com acaricidas (Bassanezi et al., 2016). Dentre todas as medidas de controle, a pulverização com acaricidas específicos para o controle de *B. yothersi* é a principal medida adotada pelos citricultores pela sua eficiência, facilidade e rapidez de ser praticada em grandes áreas.

Geralmente, o momento da aplicação de acaricida é determinado pela densidade populacional do ácaro aceita pelo citricultor, também conhecido como nível de ação. O manejo integrado de pragas define o nível de ação como a densidade populacional do ácaro na qual as medidas de controle devem ser adotadas para que o nível de dano econômico não seja atingido, isto é, para que não se atinja a densidade populacional do ácaro que cause danos no valor acima do seu custo de controle (Gravena, 2002). Como não há uma clara relação entre a população do ácaro da leprose e os danos causados, principalmente devido à presença de muitos ácaros sem o CiLV-C em pomares com poucas plantas afetadas, o nível de ação para o ácaro da leprose tem variado de acordo com a aversão ao risco de cada citricultor, sendo menor em áreas com alta incidência e histórico da doença e maior em pomares com baixa incidência ou livres da doença. Uma vez atingido o nível de ação adotado pelo citricultor é realizado, a aplicação do acaricida.

No início dos anos 2000, eram necessárias, em média, de uma a duas pulverizações por ano para se atingir um bom controle do ácaro da leprose e se evitar os danos causados pela doença (Bassanezi, 2004). Entretanto, a partir de 2015, principalmente nas regiões Norte, Noroeste e Centro do estado de São Paulo, o número de pulverizações necessárias para o controle do ácaro está entre duas a três pulverizações anuais. Na fazenda Cambuhy, local onde este trabalho foi realizado, entre os anos 2011 e 2013, a média de pulverizações para o controle do ácaro da leprose foi de 1,4 pulverizações por talhão por ano e passou para 2,2 pulverizações por ano entre 2015 e 2017, um aumento de 57% (Dados da fazenda Cambuhy, Matão/SP). No mesmo período, o aumento destas pulverizações elevou o custo de controle do ácaro da leprose na mesma proporção, e, conseqüentemente, aumentou o custo de produção de laranja. Mesmo assim, o aumento de pulverizações de acaricidas não tem garantido um bom controle da doença. O número de plantas com sintomas da doença aumentou consideravelmente, inclusive em pomares mais jovens, impactando negativamente na produção e longevidade das plantas afetadas. As plantas com sintomas de leprose atuam como fonte de inóculo do vírus, aumentando a população de ácaros virulíferos e a taxa de infecção da doença nos pomares.

O aumento no número de aplicações de acaricidas tem sido necessário pois o período de controle do ácaro tem diminuído. O período de controle é definido como período de tempo que a densidade populacional do ácaro (porcentagem de frutos e/ou ramos com a presença do ácaro) leva para atingir o nível de ação de controle após a aplicação do acaricida (Gravena, 2002).

Por ser diminuto, com 0,3 mm de comprimento por 0,18 mm de largura (Flechtmann et al., 1995), e preferir se abrigar em locais de difícil acesso, como lesões de verrugose, galerias

de minador dos citros, reentrâncias e rachaduras de ramos (Chiavegato, 1986; Rodrigues, 2000), o ácaro da leprose é um alvo difícil de ser atingido nas pulverizações, o que requer especial atenção com relação à tecnologia de aplicação dos acaricidas pulverizados (Ramos et al., 2007). Os equipamentos utilizados para as pulverizações possuem limitações para atingir todos os pontos internos e externos da copa das plantas. Geralmente, as pulverizações com turbopulverizadores são mais deficientes na parte superior da planta (topo ou ponteiro), na lateral da copa correspondente à saída da pulverização e na parte interna da copa (Oliveira et al., 2001). Como o ácaro da leprose se encontra por toda a parte da planta, no topo, no meio e na saia, tanto externa como internamente, a deficiência da aplicação do acaricida na pulverização em alguma parte da copa da planta irá resultar no aumento populacional do ácaro nesta região com cobertura e deposição deficiente do acaricida, resultando em menor período de controle do ácaro (Bazzo et. al., 2016). Desta forma, a operação de pulverização de acaricidas para o controle da leprose exige maior precisão e cuidado com relação à velocidade de aplicação, volume de calda, tipo de ponta e difusores e distribuição de vento gerado pela turbina do pulverizador, o que acaba encarecendo consideravelmente a pulverização. Para atingir uma cobertura mínima de 40% na parte interna da copa da planta, necessária para um controle adequado do ácaro da leprose, a aplicação de acaricidas deve ser feita à velocidade menor que 3 km/h, com volume de calda entre 100 a 150 mL/m<sup>3</sup> de copa e conjunto ponta/difusor que produzam gotas entre 100 a 200 µm de diâmetro mediano volumétrico (Bassanezi, 2018).

Bassanezi (2018) apresentou diversos fatores que podem ser responsáveis pelo aumento da dificuldade de controle do ácaro da leprose. Uma das possíveis causas do aumento da leprose em laranjeiras doces nas regiões noroeste, norte e centro do estado de São Paulo está diretamente relacionada ao clima, que é favorável ao desenvolvimento do ácaro. Nestas regiões, é comum longos períodos de estiagem associados a altas temperaturas (Oliveira, 1986; Oliveira, 1995). Além disto, no Brasil, embora diversos acaricidas estejam registrados para o controle do ácaro da leprose, há somente três (espirodiclofeno, ciflumetofem e propargite) com alguma eficiência de controle e que são permitidos pela lista de Produção Integrada de Citros. Com poucas opções de acaricidas, os citricultores acabam por repetir com frequência a aplicação de acaricidas do mesmo grupo químico, o que pode levar à seleção de populações do ácaro resistentes aos acaricidas (Omoto et al., 2000).

O menor monitoramento do ácaro nos últimos anos também pode estar relacionado ao menor período de controle do ácaro da leprose (Bassanezi, 2018). Em comparação com outros ácaros praga que aparecem nos pomares de citros, a população do ácaro da leprose é considerada baixa (Alves et al., 2005), o que implica na necessidade de maior rigor na sua

amostragem para uma estimativa melhor da sua densidade populacional. É importante conhecer os órgãos de preferência do ácaro para sua alimentação e oviposição, como também a região da planta onde os órgãos deverão ser amostrados. Recomenda-se durante a amostragem observar frutos com lesões de verrugose e próximos à maturação ou maduros, geralmente os localizados no interior da copa da planta (Gravena, 2002; Gravena, 2005; Rodrigues & Oliveira, 2005; Yamamoto & Parra, 2005). Apesar disso, com o aumento do custo da mão de obra rural, as propriedades têm contratado menos inspetores de pragas, ocasionando em mais tempo para encontrar e informar a presença do ácaro nos pomares. Ainda com relação ao monitoramento do ácaro, pode-se afirmar que o protocolo normalmente recomendado de inspeção a cada 7 a 10 dias, entre 1 a 2% das plantas do talhão e 3 a 5 frutos ou ramos de cada planta, é deficiente para estimar a densidade populacional do ácaro no talhão, levando a aplicações desnecessárias ou tardias para o controle do ácaro (Gasparino, 2013). Mesmo assim, ao invés de aumentar a frequência de inspeção e/ou o tamanho da amostra, a tendência observada é aumentar-se o intervalo entre inspeções e/ou reduzir o tamanho da amostra. Os erros de amostragem e intervalos longos entre amostragens favorece o desenvolvimento do ácaro e a disseminação do vírus por atrasar o momento das pulverizações de acaricidas. A demora da aplicação depois que o ácaro é detectado faz com que no momento da pulverização a população do ácaro esteja maior em relação ao nível de controle, que por sua vez resulta numa população residual não controlada maior e, por final, num período de controle menor proporcionado pelo acaricida aplicado.

Na busca por maior produtividade, principalmente após 2004 com a epidemia de Huanglongbing (HLB), doença que resulta em significativa perda de plantas ao longo dos anos, o adensamento de plantas tem sido uma prática cada vez mais usada pelos citricultores (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018b). No caso da leprose, o adensamento entre plantas na linha de plantio resulta em maior dificuldade de caminhamento dos inspetores de pragas entre as linhas e facilita a disseminação do ácaro entre as plantas vizinhas, enquanto que o adensamento entre linhas de plantio torna a entrelinha mais estreita, desfavorecendo a correta distribuição da calda pulverizada, pois os bicos de pulverização acabam tocando na copa da planta, diminuindo a área de cobertura da pulverização e, conseqüentemente, a eficiência de controle do ácaro (Bassanezi, 2018).

Bassanezi (2018) também relaciona a necessidade de controle de outras doenças e pragas importantes (psilídeos, bicho furão, minador dos citros, lagartas, pinta preta, podridão floral, cancro cítrico, etc.) como um fator que contribui para a redução do período de controle do ácaro da leprose. Aplicações de fungicidas e inseticidas reduzem a população dos inimigos naturais do ácaro da leprose. Além disso, a necessidade destas pulverizações ocorre

simultaneamente controle do ácaro da leprose, ocupando os mesmos recursos utilizados (tratores, pulverizadores e mão de obra) e, por conta disto, também resultam em atrasos nas aplicações, por não haver equipamentos disponíveis a todo momento.

Para contornar este problema, ou mesmo para reduzir os custos operacionais, os citricultores comumente têm adotado a prática de misturas de diferentes produtos contra diferentes alvos nos tanques de pulverização, mesmo sem conhecer como os produtos misturados podem interferir na eficiência de controle das pragas e doenças. Entre as misturas utilizadas, é comum o uso de acaricidas e inseticidas no mesmo tanque, respectivamente para o controle do ácaro da leprose e do psíldeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), inseto vetor das bactérias *Candidatus Liberibacter asiaticus* e *C. L. americanus*, agentes causais do HLB (Capoor et al., 1967; Yamamoto et al., 2006).

Em estudo de efeito residual, realizado em condições de laboratório, foi observada diferença na eficiência de controle do acaricida espiroclorfenol, um dos acaricidas mais utilizados para o controle do ácaro da leprose, aplicado isoladamente ou em mistura com inseticidas sobre o *B. yothersi*. O espiroclorfenol quando aplicado isoladamente teve uma eficiência na mortalidade de ácaros adultos de 97% aos 7 dias após a aplicação, mas quando aplicado em mistura com imidacloprido e fosmete, a eficiência foi de 59% e 55%, respectivamente (Della Vechia et al., 2018). Em outro estudo, também em condições de laboratório, verificou-se uma redução da eficiência do espiroclorfenol quando em mistura com os inseticidas fosmete, imidacloprido, tiametoxam, bifentrina e cipermetrina, mesmo não havendo incompatibilidade físico-química entre o acaricida e os inseticidas (Della Vechia & Andrade, 2018). Por conseguinte, concluiu-se que as misturas de espiroclorfenol com os inseticidas acima citados exibiram interação antagônica (Della Vechia et al., 2018; Della Vechia & Andrade, 2018). Entretanto, não se sabe se a redução da mortalidade do ácaro observada no laboratório para essas misturas de inseticidas e espiroclorfenol resultará em menor período de controle do ácaro da leprose nas condições de campo.

Estudos sobre o efeito de misturas de tanque sobre importantes pragas e doenças na citricultura são imprescindíveis, uma vez que estas causam redução da produção de laranja e têm custo elevado de controle devido às aplicações de agrotóxicos. Analisando a relação custo/benefício das operações de pulverização isoladas ou em mistura, deve-se considerar a influência das misturas de diferentes produtos sobre a eficiência de controle do alvo, pois uma menor eficiência de controle ou menor período de controle de um determinado alvo após uma pulverização com mistura de produtos poderá levar à necessidade de reaplicações em tempos menores que o esperado e, assim, onerar ainda mais o controle da praga ou doença.

Por último, outra possível causa do menor controle do ácaro da leprose poderia estar relacionada com as frequentes aplicações de inseticidas para o controle do psilídeo (Bassanezi, 2018). As doses dos inseticidas aplicados para o controle de *D. citri* poderiam ser subletais ou subtóxicas ao ácaro da leprose e poderiam estimular a oviposição, aumentar a viabilidade dos ovos ou mesmo aumentar a longevidade dos adultos de *B. yothersi*, aumentando sua taxa reprodutiva e sua sobrevivência no campo e, conseqüentemente, reduzindo o período de controle proporcionado pelos acaricidas. Este fenômeno é chamado de hormese ou modulação homeostática (James & Price, 2002; Cohen, 2006).

Em citros, a hormese foi relatada para o ácaro purpúreo (*P. citri*) em diversos trabalhos. A ação combinada de modulação homeostática e mortalidade de ácaros predadores foi creditada à ressurgência do ácaro purpúreo após o tratamento com os inseticidas organofosforados acefato e dimetoato aplicados para o controle de tripes em limão (Phillips et al., 1987). Em condições de laboratório, o inseticida piretroide cipermetrina aplicado em doses baixas aumentou a fecundidade e sobrevivência dos estádios imaturos do ácaro purpúreo (Costa et al., 1988). Também em condições de laboratório, observou-se a interferência dos inseticidas piretroides deltametrina e lambda-cialotrina e neonicotinoide imidacloprido sobre o aumento da fecundidade das fêmeas de *P. citri* (Zanardi et al., 2018). Outro trabalho em condições de laboratório observou maior oviposição de fêmeas de *P. citri* tratadas com o inseticida piretroide bifentrina na dose de 2,8 mg/L (CL<sub>10</sub> – concentração do produto para matar 10% da população testada) e do inseticida butenolide flupiradifurone na dose de 15 mg/L (CL<sub>20</sub>) (Da Costa, 2018). Neste trabalho, Da Costa (2018) também observou maior oviposição de fêmeas de *B. yothersi* tratadas com bifentrina na concentração de 3,3 mg/L (CL<sub>10</sub>).

Entretanto, não há informação sobre a ocorrência de hormese no ácaro da leprose para outros inseticidas e, como isso pode levar a um menor período de controle do ácaro no campo. Uma evidência indireta da ocorrência do efeito hormese sobre o ácaro da leprose em pomares de citros em decorrência das aplicações frequentes de inseticidas para o controle do psilídeo *D. citri* pode ser obtida por meio da análise e comparação do período de controle do ácaro da leprose em talhões submetidos a diferentes frequências de aplicações de inseticidas para o controle do psilídeo.

A avaliação da ocorrência de problemas associados à mistura de inseticidas com os acaricidas usados para o controle da leprose dos citros e também da evidência da ocorrência do efeito hormese no ácaro causado pelas sucessivas aplicações de inseticidas nos pomares podem ajudar a direcionar melhor as estratégias de controle do ácaro da leprose e evitar os danos causados pela doença.

Desta forma, os objetivos com esse trabalho foram: 1) Avaliar, em condições de campo, o controle do ácaro da leprose após a aplicação do acaricida espiroclorfenol isoladamente e em mistura com os quatro principais inseticidas utilizados para o controle de *D. citri* (dimetoato, clorpirifós, beta-ciflutrina e imidacloprido); 2) Avaliar, por meio do levantamento de dados históricos da fazenda, o período de controle para o ácaro da leprose após a aplicação do acaricida espiroclorfenol em talhões submetidos a diferentes frequências de pulverização de inseticidas destinados ao controle de *D. citri*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Avaliação do controle do ácaro da leprose após a aplicação do acaricida espirodiclofeno isolado ou em mistura com inseticidas

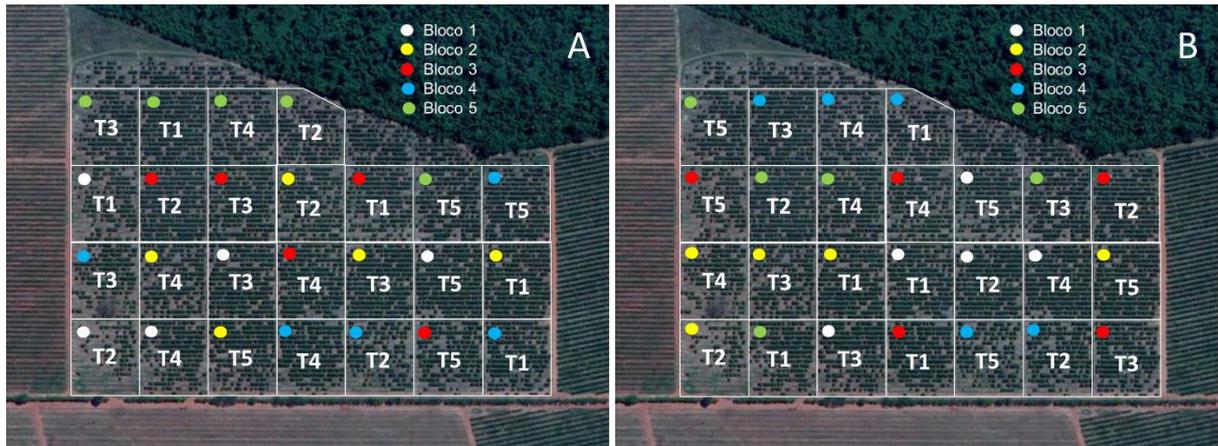
#### 2.1.1 Área experimental

Para a avaliação do controle do ácaro da leprose pelo acaricida espirodiclofeno isolado ou em mistura com inseticidas foi conduzido um estudo em pomar comercial de citros da Cambuhy Agrícola Ltda, no município de Matão, na região centro do estado de São Paulo. Esta região apresenta temperaturas altas nos meses de outubro a janeiro e períodos de seca no outono e inverno, sendo favorável para a multiplicação do ácaro da leprose.

O estudo foi constituído por três experimentos com os mesmos tratamentos, sendo o primeiro experimento iniciado em fevereiro de 2017, o segundo em agosto de 2017 e o terceiro em maio de 2018.

O primeiro e o segundo experimentos foram conduzidos no mesmo local, em 25 talhões de laranjeira doce ‘Valência americana’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] enxertada sobre citrumeleiro ‘Swingle’ [*C. paradisi* Macfad. X *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], plantados em 2005, no espaçamento de 6,0 m x 2,5 m, com 0,79 ha cada (16 ruas com 33 plantas), porém com cerca de 40% de falhas por causa do HLB e da clorose variegada dos citros. Cada talhão foi considerado uma parcela experimental (Figura 1). Cada talhão foi considerado como uma parcela.

O terceiro experimento foi conduzido em outra área, em três talhões de laranjeira doce ‘Valencia Americana’ enxertada sobre citrumeleiro ‘Swingle’, plantado em 2007, no espaçamento de 3,0 m x 7,0 m. Esses talhões apresentavam plantas com tamanho uniforme, ausência de replantas e cerca de 18% de falhas em relação ao plantio original. Cada talhão foi dividido em 10 parcelas compostas por quatro ou cinco linhas com 108 plantas (540 plantas/parcela) ou com 140 plantas (560 plantas/parcela), deixando-se uma bordadura de duas a cinco linhas nas extremidades laterais de cada talhão (Figura 2).



**Figura 1.** Talhões de laranja doce ‘Valência americana’ sobre citrumeleiro ‘Swingle’, plantados em 2005, nos quais foram realizados os experimentos 1 (A) e 2 (B) e distribuídos os tratamentos: T1 – Espirodiclofeno sem mistura de inseticida; T2 –Espirodiclofeno em mistura com dimetoato; T3 –Espirodiclofeno em mistura com clorpirifós; T4 - Espirodiclofeno em mistura com imidacloprido; T5 - Espirodiclofeno em mistura com beta-ciflutrina (Imagem do Google Earth Pro®, de 10/12/2017).



**Figura 2.** Talhões de laranja doce ‘Valência americana’ sobre citrumeleiro ‘Swingle’, plantados em 2007, nos quais foi realizado o experimento 3. Cada talhão foi dividido em 10 parcelas nas quais foram distribuídos os tratamentos: T1 – Espirodiclofeno sem mistura de inseticida; T2 –Espirodiclofeno em mistura com dimetoato; T3 –Espirodiclofeno em mistura com clorpirifós; T4 - Espirodiclofeno em mistura com imidacloprido; T5 - Espirodiclofeno em mistura com beta-ciflutrina (Imagem do Google Earth Pro®, de 10/12/2017).

### 2.1.2 Tratamentos e delineamento experimental

Nos três experimentos foram avaliados os mesmos cinco tratamentos, nos quais o acaricida espiroclorfenol (Envidor 240 SC, Agro Bayer) foi aplicado sozinho ou em mistura com um dos principais inseticidas utilizados no controle do psilídeo *D. citri*, os inseticidas organofosforados dimetoato (Dimetoato 500 EC, Nortox) e clorpirifós (Lorsban 480 EC, Dow AgroSciences), o neonicotinóide imidacloprido (Provado 200 SC, Agro Bayer) e o piretróide beta-ciflutrina (Turbo 50 EC, Agro Bayer).

Nas aplicações foram utilizadas as seguintes doses dos produtos comerciais por 2.000 L de água: 0,4 L de Envidor, 2,0 L de Dimetoato Nortox, 4,0 L de Lorsban, 0,4 L de Provado e 0,2 L de Turbo, que correspondem, respectivamente, às seguintes doses de ingrediente ativo por 100 L de água: 4,8 g de espiroclorfenol, 50 g de dimetoato; 96 g de clorpirifós, 4 g de imidacloprido e 0,5 g de beta-ciflutrina.

Nos três experimentos, o delineamento experimental foi de blocos casualizados (Figuras 1 e 2). Os blocos foram definidos em função do nível de infestação do ácaro da leprose (incidência de órgãos inspecionados com a presença ácaro da leprose) antes da aplicação dos tratamentos. Nos experimentos 1 e 2, cada tratamento teve cinco repetições (parcelas), enquanto que no experimento 3 foram seis repetições.

A distribuição dos tratamentos nas parcelas de cada bloco foi feita de modo que a média da infestação inicial do ácaro da leprose para todos os tratamentos, considerando as inspeções dos dois meses (experimentos 1 e 2) ou três meses (experimento 3) anteriores, às aplicações dos tratamentos, fossem semelhantes (Tabela 1).

Os levantamentos preliminares da infestação do ácaro da leprose em frutos e ramos em cada parcela foram realizados inspecionando-se 2% das plantas de cada parcela, observando a presença do ácaro em três frutos, ou em três ramos na ausência de frutos, de cada planta, com o auxílio de uma lupa de bolso com lente de 10 aumentos.

**Tabela 1.** Infestação média do ácaro da leprose dos citros (% de órgãos com a presença do ácaro) em cada uma das parcelas, nos experimentos 1, 2 e 3, antes da aplicação dos tratamentos.

Trat.	Bloco	Exp.1		Exp.2		Exp.3	
		Infestação <sup>x</sup>	Média ±EPM	Infestação <sup>y</sup>	Média	Infestação <sup>z</sup>	Média
Espiroadiclofeno	1	4,2		12,0		40,0	
	2	0,8		8,0		6,6	
	3	1,7	<b>3,6</b>	7,3	<b>6,5</b>	5,5	<b>16,3</b>
	4	4,3	<b>±1,1</b>	5,3	<b>±2,0</b>	13,3	<b>±5,3</b>
	5	6,8		0,0		22,2	
	6					10,0	
Espiroadiclofeno + Dimetoato	1	4,2		11,3		24,4	
	2	1,7		8,6		6,6	
	3	1,7	<b>2,9</b>	6,0	<b>6,8</b>	16,6	<b>16,2</b>
	4	4,3	<b>±0,6</b>	6,0	<b>±1,5</b>	17,6	<b>±4,0</b>
	5	2,5		2,0		3,3	
	6					28,9	
Espiroadiclofeno + Clorpirifós	1	4,2		10,6		13,3	
	2	1,7		8,6		24,4	
	3	1,7	<b>2,4</b>	8,0	<b>6,8</b>	16,7	<b>16,5</b>
	4	4,3	<b>±0,8</b>	5,3	<b>±1,1</b>	10,0	<b>±2,5</b>
	5	0,0		4,7		23,3	
	6					11,1	
Espiroadiclofeno + Imidacloprido	1	2,5		10,0		12,2	
	2	1,7		8,6		18,3	
	3	4,2	<b>2,8</b>	8,0	<b>7,3</b>	18,9	<b>17,1</b>
	4	3,3	<b>±0,4</b>	5,3	<b>±1,0</b>	14,4	<b>±2,7</b>
	5	2,5		4,7		10,0	
	6					28,9	
Espiroadiclofeno + Beta-ciflutrina	1	2,5		10,0		11,1	
	2	2,5		9,3		13,3	
	3	4,2	<b>2,5</b>	8,0	<b>6,8</b>	24,4	<b>16,8</b>
	4	3,3	<b>±0,7</b>	4,7	<b>±1,5</b>	25,5	<b>±2,6</b>
	5	0,0		2,0		12,2	
	6					14,4	
<b>Média</b>			<b>2,8</b>		<b>6,8</b>		<b>16,6</b>
<b>±EPM</b>			<b>±0,2</b>		<b>±0,1</b>		<b>±0,2</b>

<sup>x</sup> Média de quatro inspeções (blocos 1 e 2 = 02/01/2017, 16/01/2017, 01/02/2017 e 13/02/2017; bloco 3 = 16/01/2017, 01/02/2017, 13/02/2017 e 27/02/2017; bloco 4 = 01/02/2017, 13/02/2017, 27/02/2017 e 13/03/2017; bloco 5 = 27/03/2017, 10/04/2017, 24/04/2017 e 08/05/2017).

<sup>y</sup> Média de cinco inspeções (todos os blocos = 03/07/2017, 17/07/2017, 01/08/2017, 07/08/2017 e 23/08/2017).

<sup>z</sup> Média de três inspeções (todos os blocos = 21/02/2018, 08/03/2018 e 05/04/2018).

EPM = Erro padrão da média.

### 2.1.3. Aplicação dos tratamentos

O volume de calda utilizado nos três experimentos foi padronizado em 4.000 L/ha. Antes da aplicação dos tratamentos, o volume de copa médio das plantas (cinco plantas por talhão) foi determinado pelo método da cubicagem, no qual se considera a copa da planta como um cubo e se calcula o volume pela multiplicação da altura, largura (espaçamento entre plantas na linha de plantio) e profundidade (diâmetro da copa perpendicular ao sentido da linha de plantio) da planta (Scapin et al., 2014).

Na área do experimento 1 volume médio de copa foi de 64,3 m<sup>3</sup>/planta (5,1 m de altura x 2,5 m de largura x 5,0 m de profundidade) (Figura 3A) e, portanto, o volume de calda aplicado foi em média de 93 mL/m<sup>3</sup> de copa. No experimento 2, apesar de ser na mesma área do experimento 1, todas as plantas foram podadas nas laterais e no topo, com máquina podadora (Podadora Hidratec - modelo HCL3/HCL), reduzindo o volume médio de copa para 52,6 m<sup>3</sup>/planta (4,7 m de altura x 2,5 m de largura x 4,5 m de profundidade) (Figura 3B) e, portanto, o volume de calda aplicado foi em média de 114 mL/m<sup>3</sup> de copa. No terceiro experimento, o volume médio de copa era de 67,5 m<sup>3</sup>/planta (4,5 m de altura x 3,0 m de largura x m 5,0 de profundidade) (Figura 3C) e, assim, o volume de calda aplicado foi em média de 124 mL/m<sup>3</sup> de copa.



**Figura 3.** Aspecto das plantas no momento da aplicação do acaricida nos experimentos 1 (A), 2 (B) e 3 (C). No experimento 2 (B) é possível notar que as plantas haviam sido previamente podadas nas laterais e no topo e não havia presença de frutos em nenhum estágio.

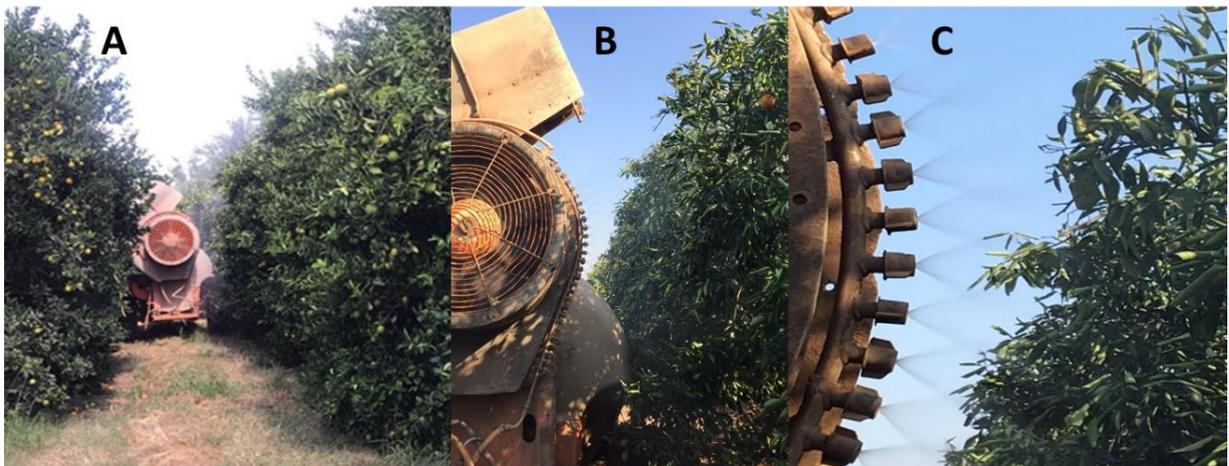
No experimento 1, como a infestação do ácaro da leprose era baixa e com distribuição desuniforme entre as parcelas, as aplicações dos tratamentos foram feitas por bloco à medida

que a infestação do ácaro da leprose foi detectada em cada parcela. Desta forma, a primeira aplicação dos tratamentos foi feita no dia 14/02/2017 nos blocos 1 e 2 (1 dia após a última inspeção preliminar - DAUIP), no dia 08/03/2018 no bloco 3 (9 dias DAUIP), no dia 24/03/2018 no bloco 4 (11 DAUIP) e no dia 16/05/2018 no bloco 5 (8 DAUIP).

No experimento 2, como a infestação do ácaro da leprose já estava maior e bem distribuída entre as parcelas, as aplicações de todos tratamentos nos cinco blocos foram feitas todas de uma vez, entre os dias 29 e 30/08/2017 (6 e 7 DAUIP).

No experimento 3, também por haver alta infestação e distribuição uniforme do ácaro entre as parcelas, as aplicações de todos tratamentos nos seis blocos foram realizadas todas de uma vez, entre os dias 24 e 26/04/2018 (5 e 7 DAUIP).

Os equipamentos e as condições operacionais das aplicações dos tratamentos nos três experimentos estão descritos na Tabela 2 e ilustrados na Figura 4.



**Figura 4.** Detalhe da aplicação dos tratamentos (A), do ramal pulverizador (B) e das pontas e do cone de pulverização (C) utilizado nos três experimentos.

A qualidade da aplicação dos tratamentos foi avaliada por meio da cobertura da calda aplicada em três plantas de cada parcela colocando-se três papéis hidrossensíveis fixados em hastes de PVC próximas ao tronco (na parte interna da copa), nos terços inferior, mediano e superior da copa. Após as pulverizações, os papéis hidrossensíveis foram recolhidos e digitalizados em scanner convencional com 600 dpi e 24 milhões de cores, e as imagens salvas em formato JPG. A quantificação da porcentagem de área coberta pela pulverização foi calculada em função do contraste de cores das imagens obtidas, analisadas pelo software ImageJ – Image Processing and Analysis in Java (Bethesda, EUA) (Scapin, 2014).

**Tabela 2.** Equipamentos, condições operacionais e climáticas durante as aplicações dos tratamentos nos experimentos 1, 2 e 3.

Exp.	Trator	Velocidade deslocamento (km/h)	Pontas e difusores Disc&Core AD3/AC25	Pressão da bomba (Psi)	Volume de calda (mL/m <sup>3</sup> copa)	Velocidade do vento (m/s)	Temperaturas mínima e máxima (°C)	Umidade relativa do ar mínima e máxima (%)
1	JD 5078 (John Deere)	2,2	42	90	93	1,8	16,8 e 34,2	37,4 e 98,7
2	NH5TL75 (New Holland)	2,0	39	70	114	1,2	15,0 e 35,6	13,2 e 70,7
3	NH5TL75 (New Holland)	2,0	46	115	124	0,8	17,3 e 31,8	31,0 e 83,7

Em todos os experimentos foram utilizados o turbopulverizador Arbus 4000 Valencia (Jacto) unilateral, a 540 rpm na tomada de potência, aplicando sempre um volume de calda de 4.000 L/ha.

#### **2.1.4. Avaliação da infestação do ácaro da leprose e de variáveis relacionadas ao controle do ácaro da leprose proporcionado pelos tratamentos**

Após as aplicações dos tratamentos foram realizadas inspeções quinzenais do ácaro da leprose conforme descrito no item 2.1.2. As inspeções foram realizadas selecionando-se as plantas ao acaso e distribuídas por toda a área das parcelas.

As variáveis relacionadas ao controle do ácaro avaliadas foram:

- *Tempo para zerar* – tempo, em dias, após a aplicação do tratamento necessário para que a população do ácaro da leprose atingisse 0% de nível de infestação.
- *Período de controle* – tempo, em dias, entre a aplicação do tratamento na parcela e a detecção na parcela de um nível de infestação do ácaro maior ou igual a 1%, 5% e 10% dos órgãos inspecionados com a presença do ácaro da leprose. Como o espiroclorfenol tem uma ação mais lenta para matar os ácaros e zerar a população do ácaro da leprose, considerou-se apenas os níveis de infestação acima de 1%, 5% e 10% detectados após 30 dias da aplicação dos tratamentos.
- *Infestação média após a aplicação* – média do nível de infestação do ácaro da leprose, em % de órgãos com o ácaro, obtida nas inspeções realizadas após a aplicação dos tratamentos durante todo período de avaliação do experimento. O experimento foi considerado encerrado quando em todas as parcelas foi detectado o nível de infestação maior ou igual a 10%. No experimento 1, a média foi obtida das avaliações feitas até 100 dias da aplicação dos tratamentos. No experimento 2, até 181 dias e, no experimento 3, até 63 dias da aplicação dos tratamentos.

#### **2.1.5. Análise dos dados**

Os dados do tempo para zerar, dos períodos de controle para cada um dos níveis de ação (1%, 5% e 10%) e da infestação média após aplicação obtidas para cada tratamento foram submetidos às diferentes análises. Inicialmente foi testada a normalidade dos resíduos pelo teste de normalidade W de Shapiro-Wilk a 5% de significância. As variâncias foram submetidas ao teste de homogeneidade de variâncias Bartlett a 5% de significância. Como os dados não atingiram os pressupostos de normalidade de resíduo e homogeneidade de variância, as médias foram comparadas estatisticamente pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% de

significância. As análises foram realizadas com o auxílio do programa STATISTICA 7.1 (Stat Soft. Inc., Tulka, OK, EUA).

## **2.2. Avaliação do período de controle do ácaro da leprose em função do intervalo de aplicação de inseticidas para o controle do psilídeo**

### **2.2.1. Coleta de dados**

Para a avaliação do período de controle do ácaro da leprose em função do intervalo de aplicação de inseticidas para o controle do psilídeo, os dados foram obtidos na fazenda Cambuhy Agrícola LTDA. Nesta propriedade, a frequência de pulverização de inseticidas para o controle do psilídeo *D. citri* é diferenciado em função da localização do talhão na propriedade, da idade das plantas e do histórico da incidência de HLB no talhão. Talhões localizados próximos à divisa da propriedade recebem aplicações de inseticidas em intervalos menores que os talhões localizados mais internamente na fazenda, assim como talhões com plantas em formação e com maior incidência da doença.

Para este estudo foram selecionados dados históricos sobre as datas de pulverizações do acaricida espirodiclofeno (aplicado sozinho ou em mistura com outros produtos) e dos índices de infestação do ácaro da leprose de 2013 a 2017. Para tentar padronizar os dados coletados e isolar outros fatores responsáveis por diferenças no período de controle do ácaro da leprose, foram selecionados dados apenas de talhões de laranja doce 'Valência', com 10 ou mais anos de plantio e submetidos no período de 2013 a 2017 a somente uma das seguintes frequências de aplicações de inseticidas para o controle do psilídeo: 7 a 8 dias, 10 a 12 dias e 15 a 19 dias de intervalo entre aplicações. O grupo com intervalo de 7 a 8 dias foi composto por 32 talhões dos quais foram analisados dados de 130 aplicações do acaricida. O grupo com intervalo de 10 a 12 dias foi composto por 45 talhões dos quais foram analisados dados de 143 aplicações do acaricida. O grupo com intervalo de 15 a 19 dias foi composto por 73 talhões dos quais foram analisados dados de 227 aplicações do acaricida.

Para cada aplicação do acaricida foi calculado o período de controle obtido, isto é, o período de tempo (dias) entre a aplicação do acaricida e a detecção de um índice de infestação do ácaro da leprose de 5%, que é o índice de infestação adotado como nível de ação do ácaro da leprose na propriedade. Como o espirodiclofeno tem uma ação mais lenta para matar os

ácaros e “zerar” a população do ácaro da leprose, considerou-se apenas os níveis de infestação maior ou igual a 5% detectados após 30 dias da aplicação dos tratamentos.

### **2.2.2. Análise dos dados**

Inicialmente foi testada a normalidade dos resíduos pelo teste de normalidade W de Shapiro-Wilk a 5% de significância. As variâncias foram submetidas ao teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett a 5% de significância. Como os dados atingiram os pressupostos de normalidade de resíduo e de homogeneidade de variância, as médias dos períodos de controle do ácaro da leprose obtidas em cada grupo de talhão dos diferentes intervalos de aplicação de inseticidas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas com o auxílio do programa STATISTICA 7.1 (Stat Soft. Inc., Tulsa, OK, EUA).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Controle do ácaro da leprose após a aplicação do acaricida espiroclorfenol isolado ou em mistura com inseticidas**

O tempo que o acaricida aplicado sozinho ou em mistura leva para zerar o índice de infestação do ácaro da leprose permite inferir sobre a eficiência do tratamento sobre a mortalidade do ácaro. A aplicação do acaricida espiroclorfenol sozinho ou em mistura com inseticida nas parcelas com menores índices iniciais médios de infestação do ácaro da leprose (média de 2,8% no experimento 1 e de 6,8% no experimento 2) foi capaz de reduzir a população do ácaro ao índice de infestação de 0% em 11 a 25 dias em média (Tabelas 3 e 4). Entretanto, quando os tratamentos foram aplicados nas parcelas com índices médios de infestação maiores (acima de 15% no experimento 3), nenhum tratamento conseguiu zerar a densidade populacional do ácaro (Tabela 5). Nos dois primeiros experimentos, o tempo médio para zerar não diferiu significativamente entre os diferentes tratamentos (Tabelas 3 e 4), indicando que a eficiência do acaricida espiroclorfenol em reduzir a população do ácaro da leprose não foi alterada pelos inseticidas aplicados em mistura.

O período de controle médio proporcionado pela aplicação de um tratamento acaricida reflete tanto a eficiência de controle do produto em reduzir a população inicial do ácaro após a aplicação, como a taxa de multiplicação da população do ácaro que sobreviveu à aplicação do acaricida. No experimento 1, com índice de infestação médio no momento da aplicação de 2,5% a 3,5%, os períodos de controle médios para atingir 1%, 5% e 10%, respectivamente, variaram de 47 a 80 dias, 47 a 80 dias, e 61 a 99 dias (Tabela 3). No experimento 2, com índice de infestação médio no momento da aplicação de 6,5 e 7,3%, os períodos de controle médios para atingir 1%, 5% e 10%, respectivamente, variaram de 49 a 96 dias, 49 a 102 dias, e 102 a 138 dias (Tabela 4). No experimento 3, com índice de infestação médio no momento da aplicação de 16,3 e 17,1%, os períodos médios de controle para atingir 1%, 5% e 10%, respectivamente, variaram de 34 a 37 dias, 34 a 39 dias, e 34 a 44 dias (Tabela 5). Nos três experimentos, os tratamentos com a aplicação do acaricida espiroclorfenol sozinho ou em mistura com inseticidas não diferiram quanto ao período de controle para infestação de 1%, 5% e 10% (Tabelas 3, 4 e 5).

**Tabela 3.** Infestação inicial, tempo para zerar, período de controle para 1, 5 e 10% de infestação e infestação média após aplicação dos tratamentos no experimento 1.

Tratamento (dose do produto comercial por 2000 L)	Infestação inicial* (%)	Tempo para zerar (dias)	Período de controle (dias) para infestação			Infestação média após aplicação** (%)
			≥1%	≥5%	≥10%	
Espirodiclofeno (0,4 L)	3,6 ± 1,1 <sup>ns</sup>	24,8 ± 4,2 <sup>ns</sup>	50,0 ± 3,6 <sup>ns</sup>	50,0 ± 3,6 <sup>ns</sup>	61,2 ± 10,5 <sup>ns</sup>	4,3 ± 0,8 <sup>ns</sup>
Espirodiclofeno (0,4 L) + Dimetoato (2,0L)	2,9 ± 0,6	19,2 ± 6,2	75,2 ± 20,0	75,2 ± 20,0	75,2 ± 20,0	3,3 ± 1,2
Espirodiclofeno (0,4 L) + Clorpirifós (4,0L)	2,4 ± 0,8	11,0 ± 4,3	47,2 ± 5,9	47,2 ± 5,9	69,8 ± 16,8	4,4 ± 0,9
Espirodiclofeno (0,4 L) + Imidacloprido (0,4L)	2,8 ± 0,4	24,8 ± 3,9	78,0 ± 17,9	78,0 ± 17,9	99,2 ± 22,6	5,2 ± 1,7
Espirodiclofeno (0,4 L) + Beta-ciflutrina (0,2L)	2,5 ± 0,7	17,3 ± 7,8	79,8 ± 13,2	79,8 ± 13,2	82,8 ± 12,4	5,0 ± 2,2
Valor de P	0,9185	0,3217	0,4723	0,4723	0,6538	0,9485

<sup>ns</sup> Médias na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

Média ± erro padrão da média de cinco repetições por tratamento.

\*Média das últimas quatro inspeções antes da aplicação dos tratamentos.

\*\*Média de oito inspeções após a aplicação dos tratamentos (até 100 dias após o tratamento).

**Tabela 4.** Infestação inicial, tempo para zerar, período de controle para 1, 5 e 10% de infestação e infestação média após aplicação dos tratamentos no experimento 2.

Tratamento (dose do produto comercial por 2000 L)	Infestação inicial* (%)	Tempo para zerar (dias)	Período de controle (dias) para infestação			Infestação média após aplicação** (%)
			≥1%	≥5%	≥10%	
Espirodiclofeno (0,4 L)	6,5 ± 2,0 <sup>ns</sup>	20,0 ± 6,3 <sup>ns</sup>	57,0 ± 7,2 <sup>ns</sup>	63,0 ± 7,9 <sup>ns</sup>	122,8 ± 16,8 <sup>ns</sup>	6,5 ± 0,6 <sup>ns</sup>
Espirodiclofeno (0,4 L) + Dimetoato (2,0L)	6,8 ± 1,6	11,6 ± 5,6	65,4 ± 15,9	88,4 ± 17,0	102,0 ± 23,6	6,1 ± 0,9
Espirodiclofeno (0,4 L) + Clorpirifós (4,0L)	6,8 ± 1,6	11,6 ± 5,6	96,4 ± 14,1	102,2 ± 14,7	121,8 ± 19,2	4,7 ± 0,8
Espirodiclofeno (0,4 L) + Imidacloprido (0,4L)	7,3 ± 1,0	17,2 ± 2,8	48,8 ± 6,7	48,8 ± 6,7	111,0 ± 16,6	6,6 ± 1,0
Espirodiclofeno (0,4 L) + Beta-ciflutrina (0,2L)	6,8 ± 1,5	14,4 ± 3,4	77,2 ± 18,1	80,2 ± 20,0	137,6 ± 12,0	5,6 ± 0,6
Valor de P	0,9995	0,5403	0,2368	0,1949	0,8855	0,4788

<sup>ns</sup> Médias na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

Média ± erro padrão da média de cinco repetições por tratamento.

\*Média das últimas cinco inspeções antes da aplicação dos tratamentos.

\*\*Média de 13 inspeções após a aplicação dos tratamentos (até 181 dias após o tratamento).

**Tabela 5.** Infestação inicial, tempo para zerar, período de controle para 1, 5 e 10% de infestação e infestação média após aplicação dos tratamentos no experimento 3.

Tratamento (dose do produto comercial por 2000 L)	Infestação inicial* (%)	Tempo para zerar (dias)	Período de controle (dias) para infestação			Infestação média após aplicação** (%)
			≥1%	≥5%	≥10%	
Espirodiclofeno (0,4 L)	16,3 ± 5,8 <sup>ns</sup>	NA	36,7 ± 2,7 <sup>ns</sup>	36,7 ± 2,7 <sup>ns</sup>	39,0 ± 3,3 <sup>ns</sup>	14,7 ± 1,1 <sup>ns</sup>
Espirodiclofeno (0,4 L) + Dimetoato (2,0L)	16,2 ± 4,4	NA	36,5 ± 2,5	36,5 ± 2,5	36,5 ± 2,5	12,6 ± 1,5
Espirodiclofeno (0,4 L) + Clorpirifós (4,0L)	16,5 ± 2,8	NA	36,7 ± 2,5	39,0 ± 3,1	43,7 ± 5,2	10,3 ± 1,8
Espirodiclofeno (0,4 L) + Imidacloprido (0,4L)	17,1 ± 3,0	NA	36,5 ± 2,8	38,8 ± 5,3	38,8 ± 5,3	11,9 ± 4,0
Espirodiclofeno (0,4 L) + Beta-ciflutrina (0,2L)	16,8 ± 2,9	NA	34,3 ± 0,2	34,3 ± 0,2	34,3 ± 0,2	12,2 ± 1,9
Valor de P	0,9477		0,9542	0,7236	0,5091	0,2819

<sup>ns</sup> Médias na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

Média ± erro padrão da média de seis repetições por tratamento.

\*Média das últimas três inspeções antes da aplicação dos tratamentos.

\*\*Média de quatro inspeções após a aplicação dos tratamentos (até 63 dias após o tratamento).

NA o tratamento não reduziu o nível de infestação do ácaro abaixo de 1% em todas as repetições.

Da mesma forma, o índice de infestação média após o controle foi maior no experimento 3 e menor nos experimentos 1 e 2 (Tabelas 3, 4 e 5). Nos três experimentos, novamente não se observou diferenças significativas entre os tratamentos para esta variável (Tabelas 3, 4 e 5).

Estes resultados, obtidos em condições de campo, indicaram que os inseticidas aplicados em mistura com o acaricida espiroclorfenol não afetaram significativamente a eficiência de controle do ácaro da leprose por este acaricida. Estudos realizados por Della Vecchia & Andrade (2018) mostraram não haver incompatibilidade físico-química do acaricida espiroclorfenol com os quatro inseticidas testados neste trabalho (dimetoato, clorpirifós, imidacloprido e beta-ciflutrina). Estes autores também demonstraram que a eficiência do acaricida espiroclorfenol no controle do ácaro da leprose em ensaio de contato residual não foi afetada pela mistura com os inseticidas dimetoato, clorpirifós e beta-ciflutrina, corroborando com os resultados de campo obtidos neste trabalho. Entretanto, Della Vecchia et al. (2018) e Della Vecchia & Andrade (2018) observaram, em ensaios de laboratório, que a mistura de imidacloprido com o espiroclorfenol reduziu em 20 a 39% a mortalidade do ácaro da leprose, efeito não observado nos experimentos de campo.

A eficiência de mortalidade do ácaro logo após a aplicação do acaricida determina a população do ácaro que sobrevive e dará início a uma nova reinfestação do ácaro na planta. Desta forma, fatores que reduzem a mortalidade do ácaro após a aplicação resultarão em maior população de ácaros sobreviventes que, por sua vez, reproduzindo-se normalmente, levarão menos tempo para atingir novamente um índice de infestação correspondente ao nível de ação, isto é, proporcionarão um menor período de controle do ácaro.

Entretanto, não é somente a mortalidade inicial do ácaro que interfere no período de controle. A taxa de reprodução da população de ácaros remanescente pode ser aumentada pelas condições climáticas favoráveis ao ácaro, ausência de inimigos naturais devido às aplicações de fungicidas e inseticidas ou indução do efeito hormese por aplicações de inseticidas em doses subletais ou subtóxicas ao ácaro (Bassanezi, 2018). Aumentando-se a taxa de reprodução do ácaro diminui-se o período de controle. Quando a taxa de reprodução é favorecida, medidas que reduzem a população inicial do ácaro têm uma importância menor na determinação do período de controle. Uma pequena redução na eficiência de mortalidade do ácaro após a aplicação acaba sendo não perceptível ao se analisar o período de controle, ainda mais devido à alta variabilidade encontrada quando se trabalha com o ácaro da leprose. Talvez, por isso que não foram detectadas diferenças significativas quando comparamos a aplicação do acaricida sozinho e em mistura com o imidacloprido.

As diferenças encontradas no período de controle entre os três experimentos podem estar relacionadas a diversos fatores atuando em conjunto. Estes fatores seriam o índice de infestação do ácaro no momento da aplicação, o volume de calda acaricida aplicado e a cobertura proporcionada pela pulverização, a época do ano e a presença de frutos na planta.

Com relação ao índice de infestação do ácaro no momento da aplicação, o experimento 3, com índice de infestação médio de 16,6%, teve o menor período de controle médio para atingir índice de infestação de 5% (37,1 dias) em relação aos dos experimentos 1 (66,0 dias) e 2 (76,5 dias), com índices de infestação médios de 2,8% e 6,8%, respectivamente. Entretanto, o índice de infestação no momento da aplicação dos tratamentos não explica porque o período de controle médio foi maior no experimento 2 que no experimento 1.

Com relação ao volume de calda acaricida aplicado, no experimento 1, no qual se aplicou 93 mL/m<sup>3</sup> de copa, próximo de 100 mL/m<sup>3</sup> de copa, considerado como volume de calda para atingir o ponto de escorrimento na parte externa da planta de citros (Scapin & Ramos, 2017), o período de controle foi o menor em relação ao do experimento 2, onde se aplicou 114 mL/m<sup>3</sup> de copa. Entretanto, no experimento 3, no qual se usou o maior volume de calda (124 mL/m<sup>3</sup> de copa), o período de controle foi bem inferior aos dos demais experimentos. Bazzo (2016) observou diferenças significativas na cobertura da parte interna da copa com aplicação dos volumes de calda de 100, 140 e 190 mL/m<sup>3</sup> de copa, em pomares adultos de laranjeira 'Valência', obtendo uma cobertura média na parte interna da copa de 43, 83 e 85%, respectivamente. Entretanto, estas diferenças de cobertura não resultaram em diferenças significativas no período de controle do ácaro da leprose. Por sua vez, Sichieri (2018), ao avaliar volumes de calda acaricida de 100, 140 e 180 mL/m<sup>3</sup> de copa aplicados em plantas adultas de laranjeira 'Pera' e 'Rubi', obteve cobertura média na parte interna da copa de 55%, 59% e 59%, respectivamente, sem diferença significativa entre os volumes. Da mesma forma, os diferentes volumes de calda não resultaram em diferenças significativas para o período de controle do ácaro. Nesse trabalho, a cobertura média nos papeis hidrossensíveis colocados na parte interna da copa foram 67%, 57% e 43% nos experimentos 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 6). Estas coberturas diferiram significativamente entre si ( $P = 0,0001$ ) e foram, ao contrário dos trabalhos citados, inversamente relacionadas aos volumes de calda aplicado por metro cúbico de copa. Coberturas iguais ou maiores que 50% são consideradas como referência para um bom controle do ácaro da leprose dos citros (Scapin & Ramos, 2017) e, assim, o menor controle no experimento 3 possa estar também associado à menor cobertura da calda aplicada.

**Tabela 6.** Cobertura média nos papéis hidrossensíveis<sup>x</sup> da calda aplicada nas parcelas dos diferentes tratamentos nos experimentos 1, 2 e 3.

Tratamentos	Cobertura (%)																	
	Experimento 1						Experimento 2						Experimento 3					
	Saia <sup>y</sup>		Meio		Topo		Saia		Meio		Topo		Saia		Meio		Topo	
Espirodiclofeno	77,0	ab	72,5	ns	68,1	ns	69,3	b	52,0	ns	35,4	ns	59,6	ns	40,3	ns	22,0	ns
Espirodiclofeno +Dimetoato	80,3	a	71,6		64,8		92,0	a	64,7		30,8		58,7		43,3		34,8	
Espirodoclofeno +Clorpirifós	55,3	b	53,9		59,9		65,5	b	67,4		36,9		61,1		36,0		28,4	
Espirodiclofeno +Imidacloprido	75,1	ab	71,2		51,1		84,2	ab	61,1		30,6		68,7		48,1		25,9	
Espirodiclofeno +Beta-ciflutrina	79,4	ab	80,5		47,9		65,5	b	56,3		42,6		54,0		40,1		32,2	
Média do exp. <sup>z</sup>			67,2	a					57,0	b					43,5	c		

<sup>x</sup>Média de três papéis hidrossensíveis por parcela. Experimentos 1 e 2 com cinco parcelas e experimento 3 com seis parcelas.

<sup>y</sup>Médias com letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

ns – Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

<sup>z</sup> Média da cobertura em cada experimento considerando as três posições dos papéis hidrossensíveis. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Com relação à época do ano, os experimentos 1 e 3 foram iniciados entre o final de fevereiro e maio, que corresponde ao final das chuvas e início do período seco que é mais favorável à reprodução do ácaro da leprose. Por sua vez, o experimento 2 foi iniciado no final de agosto, que corresponde ao início do período chuvoso e menos favorável ao ácaro da leprose (Oliveira, 1986; Oliveira, 1995). Embora a temperatura média no experimento 3 tenha sido de 2 a 3 °C maior que nos experimentos 1 e 2, no experimento 3, a precipitação pluviométrica acumulada nos cinco meses após a aplicação dos tratamentos foi três vezes menor que a do experimento 1 e 5,7 vezes menor que a do experimento 2 (Tabela 3). No experimento 1 choveu em média 27 mm na primeira semana após a aplicação dos tratamentos, sendo a primeira chuva aos 2 dias após a aplicação. No experimento 2 e 3 choveu somente aos 29 e 23 dias após a aplicação dos tratamentos. Respectivamente.

**Tabela 7.** Condições climáticas nos cinco meses após a aplicação dos tratamentos nos experimentos 1, 2 e 3.

Experimento	Temperatura do ar (°C) <sup>x</sup>		Umidade relativa do ar (%) <sup>x</sup>		Precipitação pluviométrica (mm) <sup>y</sup>
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Acumulada
1	15,9	28,5	44,1	91,7	430,8
2	18,5	31,0	41,3	88,9	814,6
3	14,7	28,9	34,9	73,6	143,0

<sup>x</sup> Média mensal no período de cinco meses após a aplicação dos tratamentos.

<sup>y</sup> Acumulado dos cinco meses após a aplicação dos tratamentos.

Com relação à presença de frutos nas plantas durante o período de avaliação dos experimentos, no experimento 2 foi realizada uma colheita dos frutos antes da aplicação e 30 dias após a aplicação dos tratamentos foram retirados todos os frutos das plantas remanescentes após a colheita. Provavelmente, isso reduziu a população de ácaros remanescentes nas plantas e que estavam presentes nestes frutos colhidos, aumentando o período de controle do ácaro nos talhões deste experimento. Nos experimentos 1 e 3, os frutos não foram colhidos e se desenvolveram nas plantas após a aplicação dos tratamentos. Os frutos são os órgãos da planta favoritos para a reprodução do ácaro da leprose (Chiavegato, 1986; Oliveira, 1986; Chiavegato & Kharfan, 1993) e a população do ácaro da leprose cresce à medida que os frutos se desenvolvem (Bazzo, 2016).

Com base neste estudo, podemos concluir que, em condições de campo, as misturas dos inseticidas dimetoato, clorpirifós, imidacloprido e beta-ciflutrina com o acaricida espiroclifeno não reduziram o controle do ácaro da leprose quando comparado com a

aplicação do acaricida sozinho. Outros fatores relacionados à taxa de reprodução e sobrevivência do ácaro após a aplicação parecem ser mais importantes na determinação do período de controle do que os efeitos diretos da mistura em tanque de inseticida com o acaricida na mortalidade do ácaro.

### 3.2 Período de controle do ácaro da leprose em função do intervalo de aplicação de inseticidas para o controle do psilídeo

A análise do período de controle do ácaro da leprose em função do intervalo de aplicação de inseticidas para o controle do psilídeo, mostrou que o menor período médio de controle do ácaro da leprose ocorreu para os talhões com maior frequência de aplicações de inseticidas. Diferenças significativas para o período de controle médio foram observadas entre os talhões com intervalos de 15 a 19 dias em relação aos talhões com intervalos de 10 a 12 dias ( $P = 0,000023$ ) e de 7 a 8 dias ( $P = 0,000022$ ) (Tabela 8). Entretanto, o período de controle nos talhões com intervalo de aplicação de 7 a 8 dias não diferiu significativamente do período de controle nos talhões com intervalo de aplicação de 10 a 12 dias ( $P = 0,583678$ ) (Tabela 8). Nos talhões com intervalo de aplicação de inseticidas de 15 a 19 dias, o período de controle do ácaro da leprose foi em média 57 e 70 dias maior que nos talhões com intervalo de 10 a 12 dias e de 7 a 8 dias, respectivamente.

**Tabela 8.** Período de controle do ácaro da leprose *Brevipalpus yothersi* após a aplicação do acaricida espiroclorfenol em função do intervalo entre aplicações de inseticidas para o controle do psilídeo *Diaphorina citri*. Talhões de laranjeira Valência com mais de 10 anos de idade na Fazenda Cambuhy, Matão, SP (2013-2017).

Intervalo de aplicação de inseticida (dias)	Período de controle do ácaro (dias) <sup>x</sup>				N
	Média ± EPM <sup>y</sup>	Mediana	Mínimo	Máximo	
7 a 8	153,5 ± 10,0 a	113	31	406	130
10 a 12	166,2 ± 9,1 a	159	31	581	143
15 a 19	223,2 ± 6,7 b	243	31	413	227

\*Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

\*\*EPM = erro padrão da média.

N = número de amostras.

Este resultado indica que as aplicações mais frequentes de inseticidas para o controle de psilídeos podem interferir na eficiência de controle do ácaro da leprose. As possíveis causas

desta interferência seriam a eliminação dos inimigos naturais do ácaro da leprose e/ou a indução do efeito hormese sobre *B. yothersi*. A redução do período de controle de ácaros fitófagos causada pela eliminação de inimigos naturais pela aplicação de inseticidas foi observada em outros estudos (Bartlett, 1968; Trichilo & Wilson, 1993; Childers & Abou-Setta, 1999). A indução do efeito hormese também pode estar associada ao menor período de controle de ácaros fitófagos e explica os surtos populacionais de ácaros após aplicações sucessivas de inseticidas (James & Price, 2002; Guedes et al., 2009; Cordeiro et al., 2013; Cutler, 2013; Guedes & Cutler, 2014; Zanardi et al., 2018). A hormese, trata-se de um fenômeno caracterizado pelo comportamento bifásico na curva concentração-resposta, isto é, quando um organismo exposto a um agente estressor tem duas respostas biológicas, sendo estimulante ou inibitória de suas funções fisiológicas (Calabrese, 2004; Guedes et al., 2009; Kendig et al., 2010; Cordeiro et al., 2013; Guedes & Cutler, 2014). Os efeitos fisiológicos dos inseticidas no aumento da capacidade reprodutiva das fêmeas dos ácaros fitófagos ainda são desconhecidos. No caso de inseticidas neonicotinoides, quando fêmeas de *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acari: Tetranychidae) foram tratadas com o inseticida imidacloprido, observou-se um aumento na produção de ovos e no conteúdo de vitelo dos ovos, o que pode acelerar o processo de desenvolvimento do embrião e aumentar a taxa de eclosão de larvas (Zeng & Wang, 2010). Com relação aos inseticidas piretroides, supõe-se que estes atuem sobre o sistema nervoso dos ácaros, induzindo alterações fisiológicas que proporcionam aumento na capacidade de produção de ovos pelas fêmeas (Wang et al., 2010).

Com relação ao ácaro da leprose, Costa (2018) observou, em condições de laboratório, que a bifentrina, um inseticida piretroide bastante utilizado para o controle de *D. citri*, aplicada na dose correspondente a 22% menor que a recomendada, aumentou a capacidade de reprodução das fêmeas de *B. yothersi* em mais de 28%. Normalmente, as aplicações de inseticidas para o controle do psilídeo são feitas com volume de calda entre 25 e 40 mL/m<sup>3</sup> de copa, em doses sem ação acaricida e apenas visando a parte externa da copa das plantas, onde ocorrem a maioria das brotações e se localizam os psilídeos. Assim, a quantidade de calda inseticida que atinge a parte interna da planta é menor e durante sua degradação pode estimular a reprodução do ácaro da leprose ali localizados.

### 3.3 Considerações finais

A prática de misturar acaricidas com inseticidas é comum entre os citricultores e justificável em relação ao custo da operação de aplicação. Entretanto, deve-se conhecer bem o

efeito de cada inseticida misturado sobre a eficiência de controle do ácaro da leprose, para que os prejuízos com a leprose, em caso de deficiência de controle provocado pela mistura, não sejam maiores que os benefícios de economizar na operação de pulverização. Assim, outros estudos em condições de campo devem ser feitos com distintas combinações de acaricida/inseticida para determinar quais inseticidas misturados interferem ou não na eficiência do acaricida para o controle do ácaro da leprose.

Da mesma forma, a aplicação frequente de inseticidas para o controle do psilídeo é necessária e não será alterada no curto prazo pelos danos que o HLB pode causar na cultura dos citros. Assim, a fim de se aumentar o período de controle do ácaro da leprose proporcionado pelos acaricidas, estudos que avaliem o efeito dos principais inseticidas utilizados na citricultura sobre a reprodução e longevidade do ácaro da leprose deveriam ser conduzidos, para que, nos momentos mais favoráveis ao ácaro da leprose, os produtos que estimularem a multiplicação ou longevidade do ácaro sejam aplicados em doses que não induzam o efeito hormese ou sejam substituídos por outros inseticidas. Adicionalmente, inseticidas seletivos aos inimigos naturais do ácaro da leprose devem ser priorizados para o controle do psilídeo nos momentos críticos para o aumento da população do ácaro da leprose.

Menores períodos de controle do ácaro da leprose estão associados com o alto índice de infestação do ácaro no momento da aplicação do acaricida, a época do ano favorável à reprodução do ácaro, a presença de frutos nas plantas e a dificuldade de aplicação do acaricida. Sempre que possível deve-se entrar com as medidas de controle com nível de infestação baixo (menor ou igual a 5%). A poda dos ramos de topo e lateral para reduzir o tamanho da copa das plantas e a colheita dos frutos antes da aplicação do acaricida contribuem para reduzir a quantidade de ácaros e lesões com o vírus da leprose presentes nos ramos podados e nos frutos colhidos e, conseqüentemente, contribuem para o aumentado do período de controle do ácaro da leprose. Sempre que possível estas práticas deveriam ser feitas, principalmente em áreas com histórico de ocorrência da leprose, pois pode-se reduzir custos de aplicações por aumentar o período de controle do ácaro e necessitar de menos aplicações de acaricidas por ano.

#### **4. CONCLUSÕES**

Nas condições que foram realizados este estudo, conclui-se que:

- Em condições de campo, o tempo para zerar a população e o período de controle do ácaro da leprose com o acaricida espirodiclofeno não é afetada pela mistura com os inseticidas dimetoato, clorpirifós, beta-ciflutrina e imidacloprido;
- O período de controle do ácaro da leprose com o acaricida espirodiclofeno é menor quando a frequência de aplicações de inseticidas para o controle do psilídeo é maior.

## REFERÊNCIAS

- Alves, E.B., Csarin, N.F.B., Omoto, C. 2005. Mecanismos de dispersão de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em pomares de citros. **Neotropical Entomology** 34:89-96.
- Amaral, I., Moraes, G.J., Melville, C.C., Andrade, D.J. 2018. Factors affecting prevailing population levels of *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) in citrus areas affected by citrus leprosis in the State of Sao Paulo, Brazil. **Experimental and Applied Acarology** 74:395-402.
- Andrade, D.J., Oliveira, C.A.L., Falconi, R.S., Pattaro, F.C., Fernandes, E.J. 2008. Efeito do déficit hídrico e da presença do vírus da leprose dos citros na temperatura foliar e sua relação com a população de *Brevipalpus phoenicis* e a severidade da doença em plantas cítricas. **Laranja** 29:1-15.
- Bassanezi, R.B, Silva Junior, G.J, Feichtenberger, E., Belasque Junior, J., Behlau, F., Wulff, N.A. 2016. Doenças dos citros. In: Amarin, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino, MG: Agronômica Ceres. cap. 30. p. 271-306.
- Bassanezi, R.B. 2004. Leprose-dos-citros: foco no controle do ácaro vetor. **Visão agrícola** 1(2): 25-29.
- Bassanezi, R.B. 2018. Mudanças na citricultura e o controle do acaro da leprose dos citros. **Citricultura Atual** 117:21-24.
- Bartlett, B.R. 1968. Outbreaks of two-spotted spider mites and cotton aphids following pesticide treatment. I. Pest stimulation vs. Natural enemy destruction as the cause of outbreaks. **Journal of Economic Entomology** 61:297-303.
- Bazzo, A.M. 2016. Distribuição intraplanta do ácaro da leprose dos citros e adequação do volume de calda de acaricida para seu controle. 38 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Beard, J.J., Ochoa, R., Braswell, W. E., Bauchan, G.R. 2015. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) species complex (Acari: Tenuipalpidae)—a closer look. **Zootaxa** 3944:1-67.
- Boaretto, M.A.C, Chiavegato, L.G., Silva, C.A.D. 1993. Transmissão da leprose através de fêmeas de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari. Tenuipalpidae) e de seus descendentes em condições de laboratório. **Científica** 21:245-253.
- Boaretto, M.A.C., Chiavegato, L.G. 1994. Transmissão da leprose por ácaros *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) temporariamente mantidos em hospedeiros intermediários em condições de laboratório. **Científica** 22:81-83.
- Capoor, S.P., Rao, D.G., Viswanath, S.M. 1967. *Diaphorina citri* Kuwayama, a vector of the greening disease of citrus in India. **Indian Journal of Agriculture and Science** 37:572-576.

Chagas, C.M., Rossetti, V., Chiavegato, L.G. 1984. Effectiveness of the different life cycle stages of *Brevipalpus phoenicis* Geijskes in leprosis transmission. Proceedings. **Conference of the International Organization of Citrus Virologists**, 9. Riverside, IOCV. 1984. p. 211-214.

Calabrese, E.J. 2004. Hormesis: from marginalization to mainstream. A case for hormesis as the default dose-response model in risk assessment. **Toxicology and Applied Pharmacology** 197:125-136.

Chiavegato, L.G. 1986. Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 21:813-816.

Chiavegato, L.G. 1991. Ácaros da cultura de citros. In: Rodríguez, O., Viegas, F., Pompeu Junior, J., Amaro, A.A. **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil. p. 601 - 641.

Chiavegato, L.G. 1995. Avaliação da potencialidade de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) na transmissão da leprose em plantas citricas. Resumo. **Congresso de Entomologia**, 15. Caxambu. 1995. p. 14.

Chiavegato, L.G., Kharfan, P.R. 1993. Comportamento do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (G.) (Acari: Tenuipalpidae) em citros. **Anais da Sociedade de Entomologia do Brasil**. Londrina. 1993. 22:355-359.

Chiavegato, L.G., Salibe, A.A. 1984. Transmissibility of leprosis symptoms by *Brevipalpus phoenicis* to young citrus plants under laboratory conditions. Proceedings. **Conference of the International Organization of Citrus Virologist**, 9. Riverside, IOCV. 1984. p. 218-221.

Childers, C.C., Abou-Setta, M.M. 1999. Yield reduction in 'Tahiti' lime from *Panonychus citri* feeding injury following different pesticide treatment regimens and impact on the associated predacious mites. **Experimental and Applied Acarology** 23:771-783

Cohen, E. 2006. Pesticide-mediated homeostatic modulation in arthropods. **Pesticide Biochemistry and Physiology** 85:21-27.

Cordeiro, E.M.G., Moura, I.L.T., Fadini, M.A.M., Guedes, R.N.C 2013. Beyond selectivity: are behavioral avoidance and hormesis likely causes of pyrethroid-induced outbreaks of the southern red mite *Oligonychus ilicis*? **Chemosphere** 93:1111-1116.

Costa, C.J., Garcia, M.F., Ferragut, F., Laborda, R., Roca, D., Marzal, C. 1988. Residual influence of the insecticides butocarboxim, cypermethrin and azinphos-methyl on the biotic potential of *Panonychus citri* (McGr.), (Acari: Tetranychidae). **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas** 14:127-140.

Cutler, G.C. 2013. Insects, insecticides and hormesis: evidence and considerations for study. **Dose-Response** 11:154-177.

Da Costa, A.P.M. 2018. Mecanismos intraespecíficos associados ao aumento populacional de *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) e *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) após aplicação de inseticidas em citros. 35 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

- Della Vecchia, J.F., Andrade, D.J. 2018. **Interação entre produtos fitossanitários no manejo de *Brevipalpus yothersi* na cultura dos citros**. Relatório de Pesquisa. 25 p.
- Della Vecchia, J.F., Ferreira, M.C., Andrade, D.J. 2018. Interaction of spiroadiclofen with insecticides for the control of *Brevipalpus yothersi* in citrus. **Pest Management Science** 74:2438-2443.
- Falconi, R.S., Oliveira, C.A.L. 2004. Desenvolvimento populacional do *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) submetidos a diferentes níveis de umidade relativa do ar. Resumos. **Congresso Brasileiro de Entomologia, 20**. Gramado. 2004. p. 170.
- Falconi, R.S., Oliveira, C.A.L., Araújo, J.A.C., Fernandes, E.J., 2002. Desenvolvimento do *Brevipalpus phoenicis* sobre plantas de citros submetidos a diferentes condições hídricas. Resumos. **Congresso Brasileiro de Entomologia, 19**. Manaus. 2002. p. 253.
- Fenólio, L.G. 2010. Efeito de diferentes águas e fertilizantes foliares em caldas acaricidas no controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em citros. 2010. 69 f. **Dissertação de Mestrado**. Jaboticabal, SP: Universidade Estadual Paulista.
- Flechtmann, C.H.W., Oliveira, C.A.L., Maia, J.S. 1995. Aspectos taxonômicos do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis*. In: Oliveira, C.A.L., Donadio, L.C. (Ed.). **Leprose dos citros**. Jaboticabal, SP: FUNEP. p. 31-36.
- FNP, Consultoria e Comércio. 2017. **Anuário 2017**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo. 432 p.
- Fundo de Defesa da Citricultura. 2018a. **Estimativa de Safra de Laranja 2017/18 do Cinturão Citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**: cenário em maio de /2017. Araraquara, SP: Fundecitrus. 95 p.
- Fundo de Defesa da Citricultura. 2018b. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste mineiro**: retrato dos pomares em março/2017. Araraquara, SP: Fundecitrus. 95 p.
- Gasparino, C.F. 2013. Tamanho da amostra e custo para monitoramento da infestação do ácaro da leprose em pomares de laranja. 36 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Gravena, S. 2002. **Manual prático de inspeção de pragas dos citros**. Jaboticabal, SP: Gravena Ltda. 52 p.
- Gravena, S. 2005. **Manual prático de manejo ecológico de pragas dos citros**. Jaboticabal, SP: Gravena Ltda. 372 p.
- Guedes, R.N.C., Cutler, G.C. 2014. Pesticide-induced hormesis and arthropod pest management. **Pest Management Science**, 70:690-697.
- Guedes, R.N.C., Magalhães, L.C., Cosme, L.V. 2009. Stimulatory sublethal response of a generalist predator to permethrin: hormesis, hormoligosis, or homeostatic regulation? **Journal of Economic Entomology** 102:170-176.

- James, D.G., Price, T.S. 2002. Fecundity of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. **Journal of Economic Entomology** 27(4):151-156.
- Kendig, E.L., Le, H.H., Belcher, S.M. 2010. Defining hormesis: evaluation of a complex concentration response phenomenon. **International Journal of Toxicology** 29:235-246.
- Kitajima, E.W., Muller, G.W., Costa, A.S., Yuki, V.A. 1972. Short rod like particles associated with citrus leprosis. **Virology** 50:254-258.
- Laranjeira, F.F., Amorin, L., Bergamin, Filho, A., Aguilar-Vildoso, C.I., Coletta Filho, H.D., 2005. Fungos, procariotos e doenças abióticas. In: Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. **Citros**. (Ed). Campinas: Instituto Agronômico e Fundag. p. 510-566.
- Mineiro, J.L.C., Sato, M.E., Novelli, V.M., Andrade, D.J. 2015. Distribuição de *Brevipalpus yothersi* Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae) em diferentes hospedeiras e localidades no estado de São Paulo. **Biológico** 77:84-84.
- Müller, G.W., Targon, M.L.P.N., Carvalho, S.A., Souza, A.A., Rodrigues, J.C.V. 2005. Doenças de citros causadas por vírus e víroides. In: Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag. p. 567-604.
- Neves, M.F.; Trombin, V.G., Milan, P., Lopes, F.F., Cressoni, F., Kalaki, R. 2010. **O Retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto, SP: Markestrat. 137 p.
- Oliveira, C.A.L. 1986. Flutuação populacional e medidas de controle do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em citros. **Laranja** 7:1-31.
- Oliveira, C.A.L. 1995. Aspectos ecológicos do *Brevipalpus phoenicis*. In: Oliveira, C.A.L., Donadio, L.C. (Ed.). **Leprose dos Citros**. Jaboticabal, SP: FUNEP. p. 37-48.
- Oliveira, C.A.L., Matuo, T., Campos Neto, R.R., Santos Junior, J.E., Fernandes, C.B., Toledo, M.C. 2001. Efeito de espalhantes adesivos e volume de calda na eficiência de acaricidas no controle do ácaro da leprose em citros. **Laranja** 22:73-91.
- Omoto, C., Alves, E.B., Ribeiro, P.C. 2000. Detecção e monitoramento da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) ao dicofol. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 29(4):757-764.
- Phillips, P.A., Machlitt, D., Mead, M. 1987. Non-target effects of dimethoate and acephate against *Euseius tularensis* Cogdon and *Aphytis melinus* De Bach on lemons in California. **Crop Protection** 6:388-392.
- Ramos, H.H., Yanai, K., Corrêa, I.M., Bassanezi, R.B., Garcia, L.C. 2007. Características da pulverização em citros em função do volume de calda aplicado com turbopulverizador. **Engenharia Agrícola** 27:56-65. Edição especial.
- Rodrigues, J.C.V 1995. Leprose dos citros, cito-histopatologia, transmissibilidade e relação com o vetor *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae). 79 f. **Dissertação de Mestrado**. Piracicaba, SP: Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

Rodrigues, J.C.V. 2000. Relações patógeno-vetor-planta no sistema leprose dos citros. 168 f. **Tese de Doutorado**. Piracicaba, SP: Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

Rodrigues, J.C.V., Kitajima, E.W., Childers, C.C., Chagas, C.M. 2003. Citrus leprosis vírus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) on citrus in Brazil. **Experimental and Applied Acarology** 30:161-179.

Rodrigues, J.C.V, Nogueira, N.L., Prates, H.S., Freitas, D.S. 1994. Leprose dos citros: importância, histórico, distribuição e relações com o ácaro vetor. **Laranja** 15:123-138.

Rodrigues, J.C.V., Oliveira, C.A.L. de. 2005. Ácaros fitófagos dos citros. In: Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag. p. 689-727.

Rossetti, V., Lasca, C.C., Negretti, S. 1969. New developments regarding leprosis and zonate chlorosis of citrus. Proceedings. **International Citrus Symposium**, 1. Riverside. 1969. 3:1453-1456.

Scapin, M.S. 2014. Adequação de volume de calda e dose de bactericida cúprico para o controle de cancro cítrico. 32 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Scapin, M.S., Ramos, H.H. 2017. **Manual de tecnologia de aplicação em citros**. Araraquara: Fundecitrus. 27 p.

Sichieri, C.E. 2018. Volumes de calda acaricida para o controle do ácaro da leprose dos citros (*Brevipalpus yothersi*) utilizando turbopulverizador convencional e eletrostático. 38. f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal. 2017. **Estatísticas do setor de defensivos brasileiro**. Disponível em: <<http://sindiveg.org.br/estatisticas-do-setor/>>. Acesso em: 06 out. 2017.

Trichilo, R.J., Wilson, L.T. 1993. An ecosystem analysis of spider mite outbreaks: physiological stimulation or natural enemy suppression. **Experimental and Applied Acarology** 17:291-314.

Yamamoto, P.T., Felipe, M.R., Garbim, L.F., Coelho, J.H.C., Ximenes, N.L., Martins, E.C., Leite, A.P.R., Sousa, M.C., Abrahão, D.P., Braz, J.D. 2006. *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae): vector of the bacterium *Candidatus Liberibacter americanus*. **Proc. Huanglongbing Greening Int. Workshop**. Ribeirão Preto. 2006.

Yamamoto, P.T., Parra, J.R.P. 2005. Manejo integrado de pragas dos citros. In: Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag. p. 730-768.

Zanardi, O.Z., Bordini, G.P., Franco, A.A., Morais, M.R., Yamamoto, P.T. 2018. Spraying pyrethroid and neonicotinoid insecticides can induce outbreaks of *Panonychus citri* (Trombidiformes: Tetranychidae) in citrus groves. **Experimental and Applied Acarology** 76:339–354.