

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

**FATORES QUE INTERFEREM NO PERÍODO  
PARA REINFESTAÇÃO DO ÁCARO DA LEPROSE  
DOS CITROS *Brevipalpus yothersi***

**Leilane Martins Lacerda**

Engenheira Agrônoma

**2022**

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

**FATORES QUE INTERFEREM NO PERÍODO  
PARA REINFESTAÇÃO DO ÁCARO DA LEPROSE  
DOS CITROS *Brevipalpus yothersi***

**Leilane Martins Lacerda**

**Orientador: Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade**

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

Lacerda, Leilane Martins

L131f      Fatores que interferem no período para reinfestação do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus yothersi* / Leilane Martins Lacerda. -- Jaboticabal, 2022  
35 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Daniel Júnior de Andrade

1. *Citrus sinensis*. 2. *Citrus leprosis virus - CiLV*. 3. Análise multivariada. 4. Acaricidas. 5. Período para reinfestação. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** FATORES QUE INTERFEREM NO PERÍODO PARA REINFESTAÇÃO DO  
ÁCARO DA LEPROSE DOS CITROS *Brevipalpus yothersi*

**AUTORA:** LEILANE MARTINS LACERDA

**ORIENTADOR:** DANIEL JUNIOR DE ANDRADE

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

Prof. Dr. DANIEL JUNIOR DE ANDRADE (Participação Virtual)  
Departamento de Ciências da Produção Agrícola / FCAV UNESP Jaboticabal



Dr. DANILO FRANCO (Participação Virtual)  
Farm Assistência Técnica S/S Ltda / Bebedouro/SP



Prof. Dr. RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO (Participação Virtual)  
Departamento de Entomologia e Acarologia / ESALQ/USP - Piracicaba/SP



Jaboticabal, 18 de fevereiro de 2022

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**LEILANE MARTINS LACERDA DE PAULA** – Nasceu em 31 de março de 1994 em Ipanema, Minas Gerais. É Engenheira Agrônoma, graduada em 2017 pelo Instituto Federal de Ciências e Tecnologias do Espírito Santo – câmpus de Itapina, Colatina, Espírito Santo. Durante a graduação desenvolveu projetos de Iniciação Científica nas áreas de Fitossanidade Aplicada e Propagação de Plantas, sendo Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES. Em agosto de 2018, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP/FCAV, câmpus de Jaboticabal, São Paulo, atuando em pesquisas relacionadas à Acarologia. Durante o Mestrado foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, sob orientação do Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade.

**Dedico...**

Aos meus pais, **Hamilton e Elcy**, a minha tia **Albertina**, ao meu marido  
**Daniel**, aos familiares e amigos, pelo carinho e apoio.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que iluminou o meu caminho durante esta etapa da vida, e ao chegar aqui reconheço o apoio direto e indireto de inúmeras pessoas, as quais deixo meus sinceros agradecimentos.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP/FCAV, juntamente ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Entomologia Agrícola (PPGEA), pela oportunidade da realização do curso de Mestrado, por toda infraestrutura e recursos recebidos.

Ao meu marido Daniel Ferraz de Paula por seu apoio incondicional, estando sempre ao meu lado e me incentivando na busca por novos horizontes. Aos meus pais Hamilton Rosa Martins e Elcy Pereira de Lacerda Martins e a tia Albertina Rosa Martins por serem a base forte a qual me motiva todos os dias a crescer. A toda minha família pelas orações e força durante essa trajetória e a “turminha do meu coração”, meus sobrinhos, por todo amor e carinho.

Ao Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade pela oportunidade, por confiar em mim, pela orientação, e pelos ensinamentos e contribuição no meu crescimento profissional.

Ao Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus) pelo apoio financeiro e intelectual disponibilizados ao Laboratório de Acarologia da UNESP/FCAV.

A Empresa de Assistência Técnica - Farmatac pelo valioso auxílio prestado no decorrer da minha pesquisa.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), pelo conhecimento compartilhado, agradeço-os imensamente pela contribuição de cada um na minha formação acadêmica.

À Dra. Mara Regina Moutinho e ao Dr. Diego Silva Siqueira pelo auxílio prestado na análise e interpretação dos dados.

Ao Engenheiro Agrônomo Igor Maehara Pereira Pinho pelo valioso auxílio na realização do presente trabalho.

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

Aos integrantes dos laboratórios de Acarologia e do Grupo de Estratégia e Manejo de Ácaros Neotropicais (GEMAN), Claudiane Martins da Rocha, Sidnéia

Terezinha Soares de Matos, Jaqueline Della Vechia, Daiana Paixão Nogueira Silva, Ana Beatriz Kapp, Patrice Jacob Savi, e Matheus Cardoso de Castro, por todo conhecimento e experiências compartilhadas.

Aos meus amigos Hagabo Honorato de Paulo, Daniel Dalvan do Nascimento, Tamires Doroteo, Claudiane Martins da Rocha e Franciele da Silva, por toda ajuda, apoio, conselhos e pelos momentos alegres que passamos juntos. Sou muito grata por tê-los conhecido e serem presentes em minha vida.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	6
2.1 A leprose dos citros .....	7
2.2 <i>Brevipalpus yothersi</i> .....	8
2.3 Fatores que interferem no manejo da leprose .....	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	12
3.1 Local da pesquisa .....	12
3.2 Banco de dados .....	13
3.3 Seleção das variáveis .....	13
3.4 Acaricidas .....	13
3.5 Volume de calda .....	14
3.6 Nível de controle .....	14
3.7 Precipitação .....	14
3.8 Análises estatísticas .....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
4.1 Variedade x época de aplicação x acaricida .....	16
4.2 Volume de calda (mL/m <sup>3</sup> de copa) .....	22
4.3 Nível de controle .....	23
4.4 Precipitação .....	24
4.5 Análise de componentes principais .....	27
5. CONCLUSÕES .....	30
REFERÊNCIAS .....	30

## FATORES QUE INTERFEREM NO PERÍODO PARA REINFESTAÇÃO DO ÁCARO DA LEPROSE DOS CITROS *Brevipalpus yothersi*

**RESUMO:** O Brasil é um o maior produtor mundial de citros e uma das principais doenças do setor citrícola no país é a leprose dos citros, devido ao seu potencial causador de perdas de produção e redução da vida útil dos pomares. A doença é causada pelo vírus Citrus leprosis virus (CiLV), transmitido pelo ácaro *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae), cuja principal forma de controle é o controle químico onde diversos acaricidas são autorizados para uso no controle da praga. Entretanto, em condições de campo muitos fatores podem influenciar o controle afetando o período para reinfestação, que é o tempo decorrente da aplicação do acaricida para controle do ácaro-vetor até o momento em que a população do ácaro-vetor atinge novamente o nível de controle pré-estabelecido. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi analisar bancos de dados reais de campo a fim de entender melhor a interação entre alguns dos principais fatores que afetam o período para reinfestação do ácaro após a aplicação do acaricida. As variáveis estudadas foram o acaricida utilizado, o volume de calda (mL de calda por m<sup>3</sup> de copa da planta), o nível de controle (%) adotado para aplicação de acaricida e a ocorrência ou não de precipitação após as aplicações. Os dados foram obtidos a partir de bancos de dados de duas propriedades citrícolas que produzem laranja doce localizadas na região norte do Estado de São Paulo e submetidos à análises estatísticas. Constatou-se que período para reinfestação é influenciado por diversas variáveis e tende a ser mais prolongado quando são utilizados volumes de calda de 151 mL/m<sup>3</sup> a 200 mL/m<sup>3</sup>, quanto o nível de controle adotado foi de 1 a 5%, nas aplicações realizadas no outono-inverno com o acaricida cyflumetofen e, quando não houve a ocorrência de precipitações até sete dias após a aplicação.

**Palavras-chave:** *Citrus sinensis*, Citrus leprosis virus, análise multivariada, acaricidas, período para reinfestação.

## FACTORS THAT INTERFERE WITH THE PERIOD FOR REINFESTATION OF THE CITRUS LEPROSIS MITE *Brevipalpus yothersi*

**ABSTRACT:** Brazil is the world's largest producer of citrus, and one of the main diseases in the citrus sector in the country is citrus leprosis, due to its potential to cause production losses and reduce the useful life of the orchards. The disease is caused by the Citrus leprosis virus (CiLV), transmitted by the mite *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae), whose main form of control is chemical control. Several acaricides are currently authorized for use in pest control. In field conditions, a lot of factors can influence the action of acaricides, having effect in the reinfestation period of time. In this way, this research goal was to analyze real field databases, in order to have a better understating between some of the main factors, who affect the mite reinfestation after the acaricide application. For mite reinfestation after application of the acaricide. The studied variables were the acaricide used, the syrup volume (mL of syrup per m<sup>3</sup> of plant canopy), the control level (%) adopted for the acaricide application, and the occurrence or not of precipitation after the applications. Data were obtained from databases of two citrus farms that produce sweet orange located in the northern region of the State of São Paulo and submitted to statistical analysis. It was found that the period for reinfestation is influenced by several variables and tends to be longer when volumes of spray liquid from 151 mL/m<sup>3</sup> to 200 mL/m<sup>3</sup> are used, while the control level adopted was 1 to 5%, in applications carried out in autumn-winter with the acaricide cyflumetofen and when there was no occurrence of precipitation until seven days after application.

**Keywords:** *Citrus sinensis*, Citrus leprosis virus, multivariate analysis, acaricides, period for reinfestation.

## 1. INTRODUÇÃO

A leprose dos citros é a principal doença de caráter viral da citricultura brasileira devido aos prejuízos causados e as dificuldades de controle (Bastianel et al., 2010). Esta doença é causada por vírus que afetam o citoplasma ou o núcleo das células das plantas (Ramos-González et al., 2016). No Brasil, o vírus do tipo citoplasmático (Citrus leprosis virus C- CiLV-C) é o mais importante do ponto de vista agrícola por ser o mais prevalente e pela severidade dos danos causados (Ramos-González et al., 2016). Foi constatado que existem pelo menos duas estirpes deste vírus, a estirpe CRD (Cordeirópolis) e a SJP (São José do Rio Preto) (Ramos-González et al., 2016).

A transmissão dos vírus da leprose é atribuída exclusivamente à ácaros do gênero *Brevipalpus* Donnadieu (Acari: Tenuipalpidade) (Tassi et al., 2017; Cook et al., 2019). Entretanto, nos pomares do Brasil *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) é predominante e tem sido considerado o principal vetor do vírus CiLV-C (Mineiro et al., 2015). A transmissão do CiLV-C por *B. yothersi* é do tipo persistente circulativa, nos quais o vírus circula no corpo do vetor antes de ser inoculado na planta hospedeira, havendo assim um período de latência entre a aquisição do vírus e sua transmissão pelo vetor (Alberti e Kitajima, 2014). Pesquisas realizadas indicaram não haver transmissão vertical ou transovariana do CiLV-C em populações de *Brevipalpus* spp. (Kondo et al., 2003; Novelli et al., 2005).

A leprose afeta frutos, ramos e folhas de forma não sistêmica, uma vez que os vírus são encontrados somente nas lesões ou muito próximos destas (Bastianel et al., 2010). Nos frutos, surgem lesões circulares (5 a 12 mm de diâmetro), inicialmente marrons que, com o passar do tempo, tornam-se necróticas e circundadas por um halo amarelo característico (Bastianel et al., 2006). Em ramos, as lesões corticosas, salientes, acinzentadas ou avermelhadas (Bassanezi, 2018). Em folhas, surgem manchas cloróticas nas superfícies abaxial e adaxial (2 a 3 mm de diâmetro) (Bastianel et al., 2010). A leprose dos citros acarreta queda intensa e prematura de frutos, desfolha e seca de ramos (Andrade et al., 2010). Plantas com esses sintomas tem sua produtividade e longevidade reduzidas (Rodrigues, 2000).

Nos pomares diversos fatores afetam o manejo da leprose, entre os principais, citam-se: os climáticos (Souza, 2002; Laranjeira et al., 2015), o monitoramento do vetor (Lopes et al., 2007), o tempo entre a detecção do vetor e a aplicação de acaricidas, a tecnologia de aplicação empregada (Ferreira, 2003), o adensamento dos pomares (Girardi et al., 2021), a resistência de populações de ácaros aos acaricidas (Franco et al., 2007; Rocha et al., 2021), as misturas de acaricidas com outros produtos em tanque de pulverização (Della Vechia et al., 2018) e o manejo de outros problemas fitossanitários (Della Vechia et al., 2018).

Embora a maioria dos fatores que afetam o manejo da leprose sejam relativamente bem conhecidos pouco se sabe sobre a interação entre eles. A análise e a interpretação conjunta destas variáveis podem ajudar a aumentar o período para reinfestação do ácaro da leprose também conhecido pelos citricultores como período de controle. O período para reinfestação ou período de controle é o tempo decorrente da aplicação do acaricida para controle do ácaro-vetor até o momento em que a população do ácaro-vetor atinge novamente o nível de controle pré-estabelecido (Vechia, 2021).

No Brasil, diversos acaricidas são autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle do ácaro da leprose, entretanto apenas alguns produtos têm sido efetivamente utilizados pelos citricultores (Agrofit, 2021). Isso ocorre pelo fato que a maioria dos acaricidas perderam a eficiência ou apresentam problemas de resistência (Rocha et al., 2021).

Dentre os acaricidas autorizados pelo MAPA para o controle do ácaro da leprose, espiroclorfenol e cyflumetofen estão entre os acaricidas lançados mais recentemente no mercado brasileiro. Espiroclorfenol pertence ao grupo químico cetoenol e atua como inibidor da acetil coenzima A carboxilase, responsável pela biossíntese de lipídeos (Wachendorff et al., 2002). Enquanto que cyflumetofen pertence ao grupo químico benzoilacetoneitrila e age como inibidor da cadeia respiratória do complexo II da mitocôndria (Hayashi et al., 2013).

Em condições de campo muitos fatores podem influenciar na ação dos acaricidas assim como no período para reinfestação. Entre estes supõe-se que as condições climáticas, o monitoramento do vetor, a infestação de entrada e o

volume de aplicação estejam entre os principais fatores que afetam o período para reinfestação (Laranjeira et al., 2015).

Portanto, compreender a interação entre os fatores envolvidos permitirá aprimoramento no manejo integrado evitando aplicações desnecessárias de agrotóxicos, reduzindo o volume de resíduos químicos que contaminam o ambiente e aumentam os custos de produção. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi analisar bancos de dados reais de campo a fim de entender melhor a interação entre alguns dos principais fatores que afetam o período para reinfestação do ácaro após a aplicação do acaricida.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **Aspectos da citricultura brasileira**

A citricultura é uma das principais atividades do agronegócio brasileiro, principalmente devido à geração de empregos e à contribuição para a balança comercial (Neves e Trombini, 2017). É de grande importância socioeconômica para o Brasil, pois é uma das principais atividades geradoras de divisas para o País (Barros et al., 2016). Estimativas apontaram que a citricultura brasileira gere em torno de 200 mil empregos e um PIB de US\$ 6,5 bilhões (FNP, 2017).

O Brasil também é o maior exportador de suco de laranja do mundo, seguido pelo México, União Europeia, África do Sul e Estados Unidos (USDA, 2021). A maior parte da produção de citros brasileira é destinada à exportação de suco de laranja concentrado e congelado, e uma parte para consumo *in natura* e produção de óleos e farelos. Os principais destinos das exportações brasileiras de suco são Europa e EUA (Citrus BR, 2021).

Das principais áreas produtoras de laranja, a região Norte do Estado do Estado de São Paulo e o Triângulo Mineiro são as áreas mais expressivas, denominadas de cinturão citrícola, e a estimativa da safra de laranja de 2021/22 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo Mineiro é de 294,17 milhões de caixas de 40,8 kg (Fundecitrus, 2021).

## 2.1 A leprose dos citros

A leprose dos citros é a doença de caráter viral mais importante do cinturão citrícola de São Paulo, devido às grandes perdas econômicas ocasionadas (Della Vechia et al., 2018). O agente causal são vírus que atuam de forma não-sistêmica (Pascon et al., 2006). Seu processo de transmissão ainda não é totalmente elucidado, mas alguns autores sugerem que seja propagativo (Roy et al., 2015), e outros que seja persistente circulativo (Tassi et al., 2017).

Até ao ano de 2013, eram conhecidas duas formas distintas de vírus causadores da leprose dos citros: o CiLV-C (*Citrus leprosis virus* – tipo citoplasmático) e o CiLV-N (*Citrus leprosis virus* – tipo nuclear) (Kitajima et al., 1972; Colariccio et al., 1995; Freitas-Astúa et al., 2018). Entretanto, em 2013, foi reportada na Colômbia outra espécie de vírus causador de sintomas semelhantes à leprose com aproximadamente 50% de similaridade genética com CiLV-C e foi denominado de *Citrus leprosis virus* - C2 (CiLV-C2) (Roy et al., 2014).

No México e na Colômbia, foi encontrado em plantas cítricas sintomáticas para leprose dos citros duas estirpes estritamente relacionadas com o vírus da orquídea *Orchid fleck virus* (OFV), sendo denominado como OFV-citrus, um vírus do gênero *Dichorhavirus* (Afonso et al., 2016). Em 2019, foram reportados na África do Sul os primeiros casos de leprose dos citros fora das Américas (Cook et al., 2019). Foi encontrado em frutos, ramos e folhas um vírus tipicamente nuclear, pertencente ao gênero *Dichorhavirus*, infectando pomares comerciais de citros naquele país.

Foi constatado que existem pelo menos duas estirpes deste vírus, a estirpe CRD (Cordeirópolis) e a SJP (São José do Rio Preto) (Ramos-González et al., 2016). No Brasil, a doença está presente em praticamente todas as regiões produtoras de citros, porém com maior incidência e severidade nas regiões norte e nordeste do Estado de São Paulo, provavelmente devido ao clima quente e aos períodos de estiagem que favorecem o aumento populacional do ácaro e a multiplicação do vírus (Bassanezi, 2004).

Os sintomas de CiLV-C em frutos cítricos são lesões circulares com dimensões de 5 a 12 mm de diâmetro, inicialmente marrons que, com o passar

do tempo, tornam-se necróticas e circundadas por um halo amarelo característico (Bastianel et al., 2006). Em ramos, as lesões iniciais são circulares e amareladas, tornando-se com o passar do tempo, corticosas, salientes, acinzentadas ou avermelhadas (Bassanezi, 2018). Em folhas, surgem manchas cloróticas nas superfícies abaxial e adaxial com 2 ou 3 mm de diâmetro, lisas ou salientes, com ou sem centro necrótico (Bastianel et al., 2010). A leprose dos citros acarreta queda intensa e prematura de frutos, desfolha e seca de ramos (Oliveira, 1986; Andrade et al., 2010). Plantas com esses sintomas reduzem drasticamente a produtividade e a longevidade (Rodrigues, 2000).

A severidade da leprose (CiLV-C) é maior em laranja doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), laranja azeda (*Citrus aurantium* L.) e pomelo (*Citrus paradisi* Macfadyen), e menor em outras espécies cítricas, como mandarins (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka, *Citrus deliciosa* Tenore e *Citrus reticulata* Blanco). Híbridos como o tangor murcote (*C. reticulata* x *C. sinensis*) apresentam elevado grau de resistência, enquanto lima-da-pérsia [*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle], limões-verdadeiros [*Citrus limon* (L.) Burm. f.], lima ácida (*Citrus latifolia* Tanaka) e limas doces (*Citrus limettioides* Tanaka e *Citrus medica* L.) são resistentes ao vírus (Bastianel et al., 2006; Freitas-Astúa et al., 2008).

## 2.2 *Brevipalpus yothersi*

O gênero *Brevipalpus* está inserido na família Tenuipalpidae (Acari: Trombidiformes) e possui mais de 300 espécies descritas atualmente (Castro, 2020). São ácaros popularmente conhecidos como ácaros-planos, estritamente fitófagos e algumas espécies estão associadas à transmissão de vírus para plantas cultivadas e ornamentais (Alberti e Kitajima, 2014).

Beard et al. (2015), realizaram ampla revisão taxonômica da espécie *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae), considerado como único vetor do vírus CiLV-C no Brasil e com base em novos caracteres morfológicos foi constatado que *B. phoenicis* trata-se de um complexo de espécies. Posteriormente, foi comprovado que o vetor do vírus CiLV-C no Brasil, trata-se, na verdade, da espécie *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) (Ramos-González et al., 2016; Tassi et al., 2017).

A transmissão do CiLV-C pelo ácaro da leprose é supostamente do tipo persistente circulativa, nos quais o vírus circula no corpo do vetor antes de ser inoculado na planta hospedeira, havendo assim um período de latência entre a aquisição do vírus e sua transmissão pelo vetor (Alberti e Kitajima, 2014). O ácaro pode adquirir e transmitir o CiLV-C em qualquer fase móvel de desenvolvimento biológico (Bastianel et al., 2010). Entretanto, pesquisas indicaram não ocorrer transmissão vertical ou transovariana (Novelli et al., 2005; Alberti e Kitajima, 2014).

O ciclo biológico do ácaro da leprose é caracterizado pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. Entre cada uma destas fases, ocorrem os períodos imóveis ou quiescentes denominados de protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida (Amaral et al., 2018). O ciclo de vida de *B. yothersi* varia de 45,5 a 49 dias, o ciclo biológico (ovo-adulto) de 22 a 24 dias e a longevidade entre 23 e 26 dias, o período de oviposição é de 18,5 dias e pós-oviposição de 2,9 a 3,4 dias, o número médio de ovos por fêmea é de 20,8 com viabilidade de 97 a 99%, a  $23 \pm 1$  °C,  $60 \pm 10\%$  UR e 14 horas de fotoperíodo (Amaral et al., 2018).

A reprodução em algumas espécies de *Brevipalpus* estudadas é predominantemente por partenogênese telítoca automítica (Weeks et al., 2001). Amaral et al. (2018), ao estudarem aspectos biológicos de *B. yothesi*, verificaram a emergência somente de fêmeas, sugerindo que esta espécie também se reproduza principalmente por partenogênese telítoca. A ocorrência esporádica de machos tem sido atribuída à não transmissão de bactérias endossimbióticas, especialmente do gênero *Cardinium*, entre os indivíduos (Weeks et al., 2003). Bactérias endossimbiontes estariam envolvidas em um processo muito pouco compreendido, denominado de “feminilização” de machos de *Brevipalpus* (Kitajima et al., 2007).

*Brevipalpus yothersi* pode ser encontrada em diferentes tipos de citros e em várias outras plantas, como coqueiro *Cocos nucifera* L., girassol *Helianthus annuus* L., abacate *Persea americana* Mill., cafeeiro *Coffea* spp., lichieira *Litchi chinensis* Sonn., maracujazeiro *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener, aceroleira *Malpighia emarginata* D. C., caramboleira *Averrhoa carambola* L., amoreira *Morus* sp. L. e seriguela *Spondias purpurea* L. (Mineiro et al., 2015; Salinas-Vargas et al., 2016). Mineiro et al. (2015) verificaram que diversas

espécies de *Brevipalpus* ocorrem em citros, sendo, no entanto, *B. yothersi* predominante nos pomares comerciais do Estado de São Paulo.

### 2.3 Fatores que interferem no manejo da leprose

Diversos fatores podem afetar o manejo da leprose, tais como: a tecnologia de aplicação (Scapin e Ramos, 2017), o monitoramento do vetor (Lopes et al., 2007), o tempo entre a detecção do vetor e a aplicação de acaricida, os climáticos (Laranjeira et al., 2015), o adensamento dos pomares (Girardi et al., 2021), a resistência de populações de ácaros aos acaricidas (Rocha et al., 2021), as misturas de acaricidas com outros produtos em tanque de pulverização (Della Vechia et al., 2018) e o manejo de outros problemas fitossanitários (Della Vechia et al., 2018).

Nos pomares do cinturão citrícola o manejo da leprose dos citros é fundamental para a viabilidade econômica da atividade. Bassanezi (2004) mencionou que a queda de frutos devido à leprose varia de 0 a 2% em pomares com o manejo adequado, e de 40 a 100% em pomares nos quais não são adotadas medidas de controle eficientes.

Diversas práticas culturais e técnicas são recomendadas para evitar a transmissão e a disseminação da doença nos pomares. Entre as práticas, citam-se a utilização de mudas saudáveis, o manejo sistemático do vetor, as podas de ramos sintomáticos, a utilização de cercas vivas e de quebra-ventos com plantas não hospedeiras de ácaros e vírus, e controle de plantas espontâneas hospedeiras de ácaros e de vírus (Miranda et al., 2017). Entretanto, a principal tática de controle e quase que exclusiva utilizada pelos citricultores é o controle químico por meio de pulverizações de acaricidas (Della Vechia et al., 2018).

No Brasil, atualmente diversos acaricidas são autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle do ácaro da leprose (Agrofit, 2021). Entretanto, na prática a maioria dos acaricidas não são utilizados, devido à fatores como baixa eficiência e a existência de populações de ácaros resistentes (Miranda et al., 2017; Rocha et al., 2021).

Entre os acaricidas mais utilizados atualmente no manejo do ácaro da leprose destacam-se o espirodiclofeno e o cyflumetofen. Eles apresentam resultados satisfatórios no controle da praga (Miranda et al., 2017),

apresentando mortalidade superior a 87% e baixa ação sobre ácaro predador (Silva et al., 2012).

O acaricida espiroclorfenol foi lançado no ano de 2002, e atua como inibidor da acetil coenzima A carboxilase, responsável pela biossíntese de lipídeos (Van Pottelberge et al., 2009), seu ingrediente ativo é derivado do ácido tetrônico do grupo químico dos cetoenóis cíclicos (Dekeyser, 2005; Nauen et al., 2003). Cyflumetofen, foi registrado inicialmente no Japão, em 2007 e atua na respiração celular como inibidor da cadeia respiratória do complexo II da mitocôndria e devido sua alta seletividade é apropriado para o manejo integrado de pragas (Hayashi et al., 2013).

A amostragem é dos fatores que mais afetam o período de reinfestação ou período de controle (definido como o tempo entre a aplicação do acaricida até a população de ácaros atingir novamente o nível de controle) (Gasparino, 2013). Por meio da amostragem tem-se subsídios para que a aplicação de acaricida seja feita no momento mais adequado possível (Gasparino, 2013).

Erros no dimensionamento do tamanho amostral ou tempo entre amostragens podem levar o produtor a subestimar ou a superestimar a infestação de entrada, aumentando os gastos com pulverizações desnecessárias ou gerar um controle ineficiente da praga (Lopes et al., 2007; Gasparino, 2013). Na literatura encontram-se muitas sugestões em relação ao nível de controle a ser adotado. Contudo, o Fundecitrus tem preconizado como nível de controle ou de ação até 3% de frutos e/ou ramos infestados pelo ácaro (Fundecitrus, 2021).

Outro fator diretamente relacionado ao controle químico é o volume de calda. Plantas cítricas são difíceis de serem cobertas, sua folhagem é muito densa formando uma espécie de escudo interferindo na cobertura, principalmente no interior da copa, onde estão localizados os frutos (Carman, 1975). É fato que as técnicas de aplicação de acaricidas em citros estão em processo de otimização, visando a melhoria deste processo, incluindo reduções do volume de calda. Por exemplo, na década de 1990 as pulverizações de acaricidas eram realizadas com pistolas de corte ou de jato contínuo, aplicando-se um alto volume de calda por planta, que passava dos 10.000 L de calda por hectare (Oliveira et al. 1998).

Atualmente, recomenda-se que a aplicação de acaricidas deva apresentar uma cobertura mínima de 50% do interior da planta, 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).

Vários fatores climáticos podem influenciar na dinâmica populacional dos ácaros, que contribuem para que os mesmos atinjam níveis populacionais a ponto de causar injúrias a plantas cítricas (Carvalho et al., 2018). A combinação de dias mais longos, temperaturas mais elevadas, menor umidade relativa e menores níveis de evapotranspiração aumentam a probabilidade de infestação do ácaro da leprose dos citros (Laranjeira et al, 2015).

A precipitação é um fator que contribui, mecanicamente, para o controle das populações de importantes pragas em várias culturas. Há relatos sobre a influência da precipitação pluvial nas densidades populacionais de ácaros (Pedro Neto, 2009). Outro fato a considerar é que a precipitação causa aumento da umidade relativa e acarreta a eliminação direta ácaros pelas gotas de água ao lavar as folhas (Pedro Neto, 2009).

Especificamente em relação ao ácaro *B. yothersi* mesmo ocorrendo nos pomares cítricos durante todo o ano, as maiores incidências são relatadas nos meses de estiagem, sendo que seu pico populacional ocorre no inverno, decrescendo gradativamente conforme a precipitação aumenta (Oliveira, 1986).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Local da pesquisa**

As variáveis estudadas foram obtidas a partir de bancos de dados de duas propriedades citrícolas, atuantes no setor a duas décadas e com área produtiva analisada equivalente a 2.560 hectares, que produzem laranja doce *Citrus sinensis* (L.) Osbeck para produção de suco, localizadas na região norte do Estado de São Paulo.

### **3.2 Banco de dados**

Os bancos de dados foram fornecidos pela Empresa de Assistência Técnica (Farmatac) que presta assessoria as respectivas propriedades citrícolas. O banco de dados passou por uma triagem e para as análises foram selecionados um total de 128 conjuntos de dados, selecionados aleatoriamente, referente a três safras consecutivas (2017/2018, 2018/2019 e de 2019/2020).

### **3.3 Seleção das variáveis**

Com base em análises prévias e informações obtidas na literatura foram selecionadas às variáveis que possivelmente mais afetam a ação dos acaricidas e o período de controle (período de recolonização pelo ácaro) após as aplicações de acaricidas. As variáveis estudadas foram o acaricida utilizado, o volume de calda (mL de calda por m<sup>3</sup> de copa da planta), o nível de controle (%) adotado para aplicação de acaricida e a ocorrência ou não de precipitação após as aplicações.

### **3.4 Acaricidas**

Os acaricidas estudados foram o espirodiclofeno (Envidor®; Bayer CropScience) e o cyflumetofen (Obny®; UPL ou Okay®, Ihara). Os períodos de controle proporcionado pelos acaricidas espirodiclofeno e cyflumetofen foram analisados em duas estações distintas do ano, denominadas de primavera-verão (outubro a março) e outono-inverno (abril a setembro). Para as aplicações realizadas no período de primavera-verão foram analisadas 92 aplicações (n=92), referente ao período de 03/01/2017 a 22/02/2019. Para as aplicações realizadas no período de outono-inverno foram estudadas 53 aplicações (n=53), realizadas no período de 02/06/2017 a 23/08/2018.

Os dois acaricidas também foram comparados em relação ao volume de calda aplicado, quando aplicados com volume de 100 a 150 mL/m<sup>3</sup> e de 151 a 200 mL/m<sup>3</sup>. Para volumes de 100 a 150 mL/m<sup>3</sup> utilizou-se dados de 81 aplicações (n=81), ocorridas no período de 03/01/2017 a 18/08/2019 e volumes de 151 a

200 mL/m<sup>3</sup> foram utilizadas informações de 72 aplicações (n=72) referente ao período de 07/07/2017 a 13/06/2019.

### **3.5 Volume de calda**

Os períodos de recolonização independentemente do acaricida também foram analisados em função do volume de volume de calda (mL/m<sup>3</sup> de copa). Foram selecionados volumes de 100 a 150 mL/m<sup>3</sup> e de 151 a 200 mL/m<sup>3</sup>, estabelecendo-se assim duas classes de volume. Volume abaixo de 100 mL/m<sup>3</sup> e acima de 200 mL/m<sup>3</sup> foram desconsiderados devido ao reduzido número de aplicações realizadas no período com estes volumes. Para a classe de volume de 100 a 150 mL/m<sup>3</sup> foram analisadas 81 aplicações (n=81) realizadas entre 03/01/2017 a 18/08/2019, enquanto que para a classe de 151 a 200 mL/m<sup>3</sup> foram estudadas 72 aplicações (n=72) entre o período de 07/07/2017 a 09/06/2019.

### **3.6 Nível de controle**

Foram estabelecidas duas classes para nível de controle (%) ou nível de ação (%) para o ácaro da leprose, o que correspondeu a porcentagem mínima de infestação pelo ácaro para tomada de decisão (aplicação de acaricida). As classes estabelecidas foram: 1) de 1 a 5% de unidades amostrais infestadas pelo ácaro (frutos ou ramos) e 2) acima de 5% de unidades amostrais infestadas pelo ácaro. Aplicações realizadas com nível de controle abaixo de 1,0% foram desconsideradas, pois possivelmente referem-se às aplicações realizadas de forma “preventiva”, e a infestação máxima registrada no banco de dados foi de 33%. Para essa análise foi adotado n=100, referente as aplicações realizadas de 03/01/2017 a 13/06/2019.

### **3.7 Precipitação**

O período de recolonização do ácaro foi avaliado em função da ausência de precipitação até 7 dias e da ocorrência de precipitação até 1, 3 e 7 dias após as aplicações dos acaricidas espirodiclofeno e cyflumetofen. Na avaliação dos dados em função da não ocorrência de precipitação até 7 dias após a aplicação

foi considerado  $n=93$ , referente a aplicações ocorridas entre 07/02/2017 a 18/08/2019.

Para comparação dos dados quando ocorreu precipitação até 1 dia após a aplicação dos acaricidas, considerou-se  $n=31$  padronizado por data de aplicação, ocorridas entre as datas 06/01/2017 a 03/11/2018. Para análise considerando precipitações ocorridas até 3 dias após a aplicação dos acaricidas considerou-se  $n=50$ , ocorrido entre as datas 03/01/2017 a 01/06/2019, e para precipitações ocorridas até 7 dias considerou-se  $n=68$ , ocorrido entre 03/01/2017 a 29/05/2019.

Os dados foram padronizados com base nas aplicações de cyflumetofen por ter apresentado menor número de observação. Em seguida, os dados referentes a aplicação de espiroclorfen e cyflumetofen foram analisados individualmente comparando o período de recolonização do ácaro quando: 1) não ocorreu precipitação até 7 dias após a aplicação; 2) ocorreu precipitação até 1 dia após a aplicação; 3) ocorreu precipitação até 3 dias após a aplicação e; 4) ocorreu precipitação até 7 dias após a aplicação. Para análise de espiroclorfen foi adotado  $n=57$  e cyflumetofen  $n=18$ , selecionados aleatoriamente no banco de dados.

### **3.8 Análises estatísticas**

Para as análises univariadas utilizou-se o programa estatístico AgroEstat® (<https://www.agroestat.com.br/analyses>), nos quais os dados foram submetidos aos testes de Leneve para constatação de homocedasticidade e de Shapiro–Wilk para normalidade. Conjunto de dados que apresentaram os pré-requisitos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Dados que não apresentaram normalidade foram submetidos a transformação por Box-Cox estimada e aplicada como proposto por (Hawkins e Weisberg, 2017). Os gráficos foram gerados no programa computacional SigmaPlot® (Systat Software Inc, 2006).

O período de reinfestação foi avaliado por meio de análise de variância, seguindo esquema de fatorial triplo contendo a variedade, acaricida e época de aplicação. Para  $p < 0,05$  as interações entre as variáveis foram consideradas

significativas, sendo realizado o desdobramento das mesmas. Simultaneamente às análises estatísticas, verificou-se as pressuposições básicas da análise de variância (ANOVA), normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias. Estas análises estatísticas foram processadas no software R (R Development Core Team, 2017) utilizando os pacotes "ggplot2" e "factoextra".

Os dados também foram submetidos às análises exploratórias multivariadas de componentes principais, nos quais as variedades Hamlin, Natal, Pera e Valência foram fixadas e analisadas separadamente. Para a condução da análise de componentes principais foram considerados os componentes principais cujos autovalores foram superiores à unidade, conforme o critério estabelecido por Kaiser (1958).

Os coeficientes das funções lineares, que definem os componentes principais foram utilizados na interpretação de seu significado, usando o sinal e o tamanho relativo dos coeficientes como uma indicação do peso a ser atribuído para cada variável. Somente coeficientes com altos valores foram considerados para a interpretação, usualmente aqueles maiores ou iguais a 0,60 em valor absoluto. Após a seleção e padronização das variáveis (média nula e variância unitária), as análises multivariadas foram processadas no software R (R Development Core Team, 2017) utilizando os pacotes "ggplot2" e "factoextra".

As variedades Hamlin, Natal, Pera e Valência também foram submetidas as análises multivariadas de agrupamento não hierárquico denominado método de Clusterização K-means, que classifica os objetos dentro de múltiplos grupos, de forma que a variação intra-cluster seja minimizada pela soma dos quadrados das distâncias Euclidianas entre os itens e seus centroides.

A distância euclidiana nos remete a semelhança ou diferença que as variáveis apresentam na comparação das épocas do ano em função do acaricida usado e da variedade, onde quanto menor for a distância maior à similaridade de comportamento da variável.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Variedade x época de aplicação x acaricida**

A época de aplicação do acaricida apresentou efeito significativo sobre o período para reinfestação. Além disso, houve interação significativa entre a época de aplicação e o acaricida utilizado (Tabela 1).

Os acaricidas não diferiram entre si quanto ao período para reinfestação quando aplicados no outono/inverno, porém diferiram entre si quando aplicados na primavera/verão (Tabela 1). O período para reinfestação foi significativamente maior quando a aplicação do acaricida foi realizada no outono/inverno. No caso do acaricida cyflumetofen o período para reinfestação no outono/inverno foi quase o dobro do período para reinfestação observado na primavera/verão (Tabela 1). Para o acaricida espiroclorfenol o período para reinfestação também foi superior no outono/inverno, porém proporcionalmente menor em comparação ao cyflumetofen (Tabela 1).

Observou-se que aplicações com espiroclorfenol alcançaram maiores períodos de reinfestação em relação ao cyflumetofen quando aplicados na primavera-verão. Essa diferença entre os produtos pode ter ocorrido em função das propriedades químicas das moléculas. Cyflumetofen apresenta uma fotólise aquosa  $DT_{50}$  (dias) a pH 7 igual a 0,04 dias e uma hidrólise aquosa  $DT_{50}$  (dias) a 20°C e pH 7 de 0,4 dias (Lewis et al., 2016), períodos estes, bem menores em comparação ao espiroclorfenol, que apresenta uma fotólise aquosa  $DT_{50}$  (dias) a pH 7 igual a 123 dias e uma hidrólise aquosa  $DT_{50}$  (dias) a 20°C e pH 7 de 52.1 dias (Lewis et al., 2016).

Espiroclorfenol e cyflumetofen estão entre os acaricidas lançados mais recentemente no mercado brasileiro e são autorizados pelo MAPA para o controle do ácaro da leprose. Ambos os acaricidas têm apresentado resultados positivos no controle dessa praga (Miranda et al., 2017). Espiroclorfenol apresenta efeito sobre as todas as fases móveis de desenvolvimento do ácaro *B. yothersi* (Amaral et al., 2019). Por outro lado, cyflumetofen também possui ação sobre todas as fases do ácaro da leprose, mas principalmente sobre a fase adulta, podendo resultar em 100% de mortalidade de fêmeas adultas (Fuzita et al., 2014).

Embora o ácaro da leprose esteja presente durante todo o ano nos pomares, nos períodos mais secos do ano geralmente observa-se os picos populacionais (Oliveira, 1986). Constatou-se que o cyflumetofen obteve maiores períodos para reinfestação do ácaro em relação ao espiroclorfenol quando

aplicado no período de outono-inverno. Este período na região nos quais os dados foram coletados no presente trabalho (norte do Estado de São Paulo) é caracterizado por ser um período com menores médias pluviométricas.

Diversos fatores podem explicar o melhor desempenho de cyflumetofen no período de outono-inverno em comparação ao espirodiclofeno. Entre os fatores, menciona-se a existência de populações resistentes. O cyflumetofen por ser um produto lançando mais recentemente que o espirodiclofeno ainda não foram detectadas populações de ácaros da leprose resistentes. Em contrapartida, para o espirodiclofeno foram detectadas recentemente populações de ácaros *B. yothersi* no Estado de São Paulo (Rocha et al., 2021).

**Tabela 1.** Influência das variáveis variedade, época de aplicação e acaricida sobre o período para reinfestação do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus yothersi*.

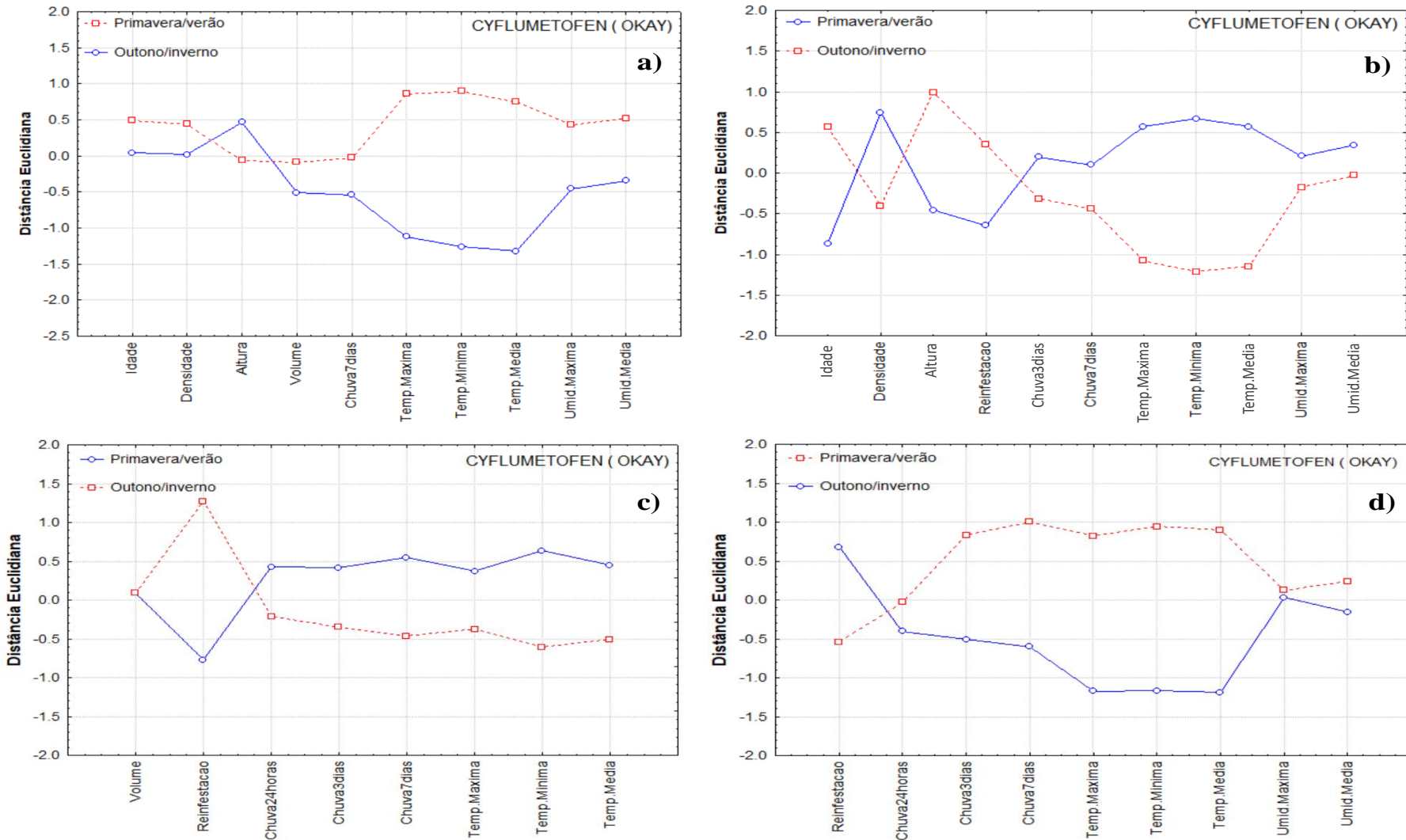
Variável	Teste F	p valor	
Variedade (V)	2,0	0,12	
Época (E)	<b>32,8</b>	<b>&lt;0,001</b>	
Acaricida (A)	0,2	0,65	
V*E	2,2	0,10	
V*A	0,9	0,41	
E*A	<b>5,4</b>	<b>0,02</b>	
V*E*A	0,4	0,72	
<b>CV (%)</b>	36		
Época (E)	Acaricida (A)		Média
	Cyflumetofen	Espirodiclofeno	
Primavera/verão	128,3 Bb	150,4 Ba	139,3
Outono/inverno	223,4 Aa	190,5 Aa	206,9
<b>Média</b>	175,8	170,5	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

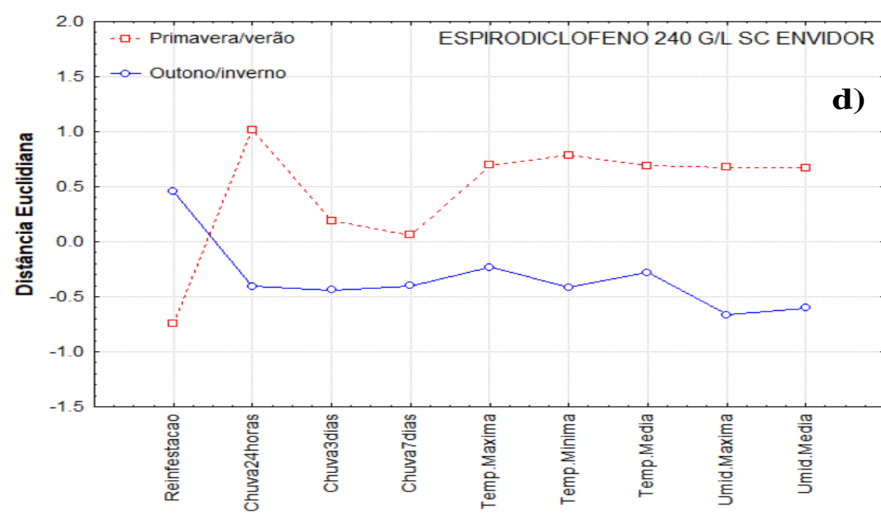
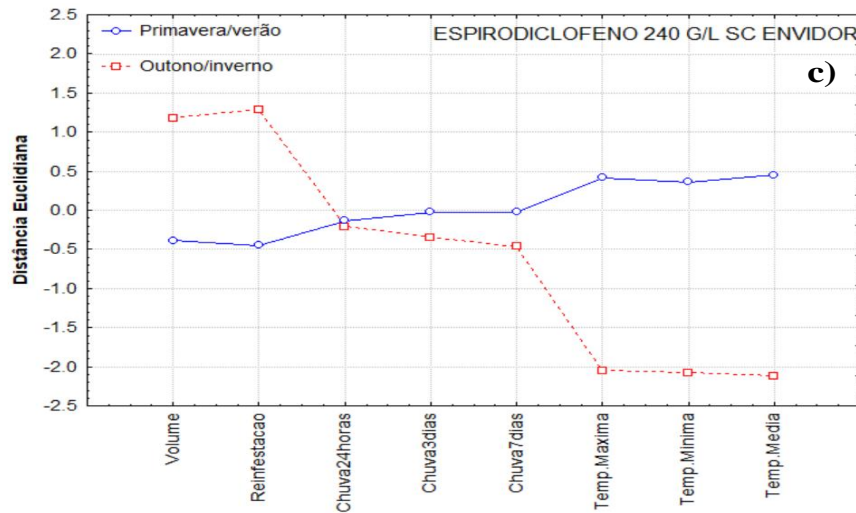
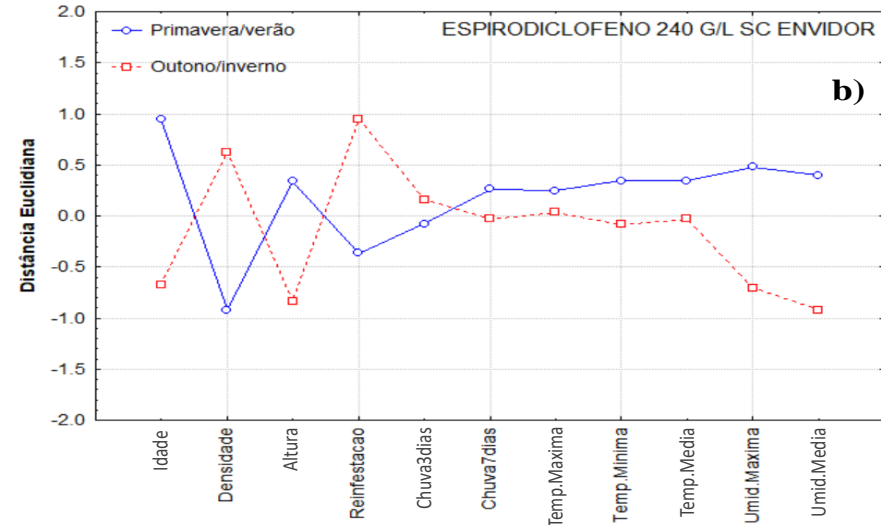
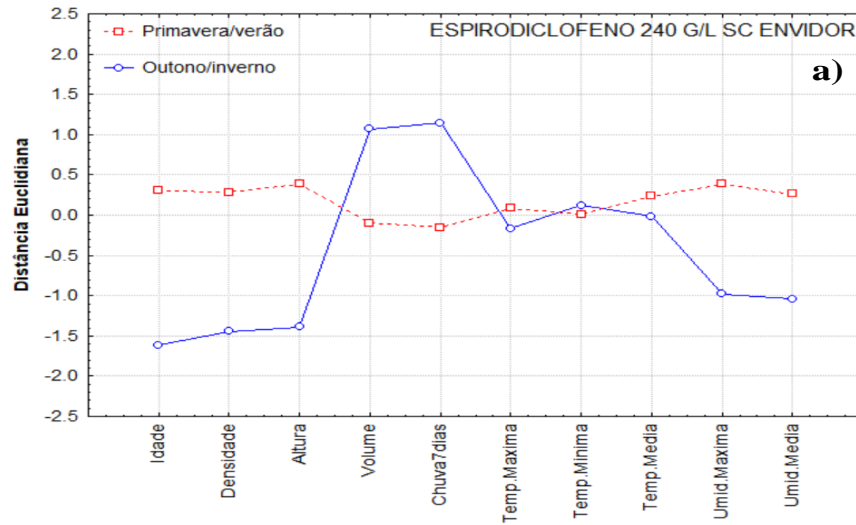
Quanto à análise de agrupamento não-hierárquico (método de clusterização K-means) observou-se que nas aplicações com cyflumetofen as variáveis de temperatura não apresentaram similaridade em nenhuma das análises. As variáveis relacionadas com a precipitação após a aplicação do acaricida apresentaram similaridade para as variedades Hamlin e Natal, e as variáveis de umidade foram similares apenas na variedade Natal. As variáveis

biométricas na variedade Hamlin apresentaram-se semelhantes, enquanto que nas demais variedades observou-se resultados equidistantes (Figura 1).

Nas aplicações com espirodiclofeno as variáveis biométricas e a umidade não apresentaram similaridade entre as épocas do ano para nenhuma variedade cítrica. As semelhanças no comportamento das variáveis foram observadas para as temperaturas nas variedades Hamlin e Natal e na precipitação após a aplicação nas variedades Natal e Pera (Figura 2).



**Figura 1.** Análise de agrupamento não-hierárquico (método de clusterização K-means) das variáveis climáticas e biométricas relacionadas com o acaricida cyflumetofen e a época de aplicação, conforme as variedades a) Hamlin, b) Natal, c) Pera, d) Valência.



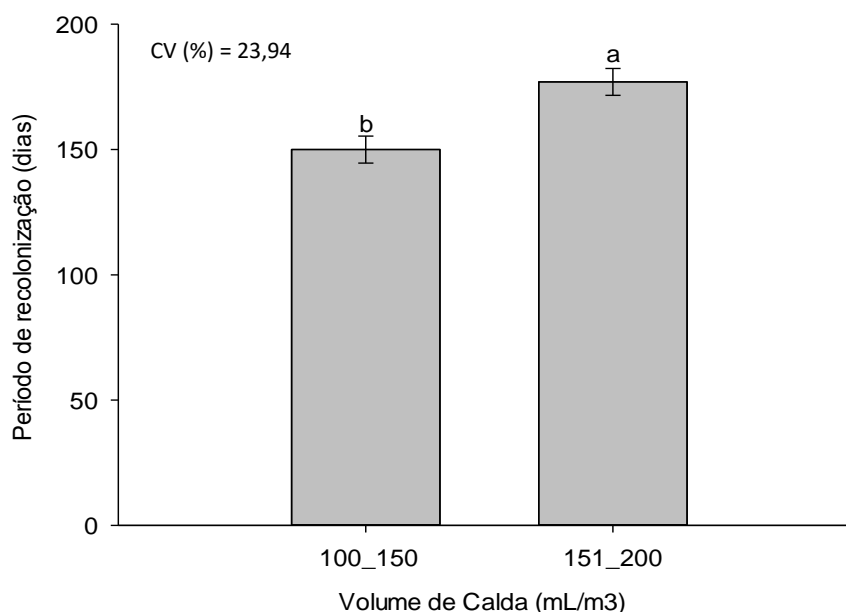
**Figura 2.** Análise de agrupamento não-hierárquico (método de clusterização K-means) das variáveis climáticas e biométricas relacionadas com o acaricida espirodiclofeno e a época de aplicação, conforme as variedades a) Hamlin, b) Natal, c) Pera, d) Valência.

## 4.2 Volume de calda (mL/m<sup>3</sup> de copa)

O volume de calda expresso em mL/m<sup>3</sup> de copa não diferiram significativamente na ação do acaricida, dentro das classes analisadas, uma vez que os períodos para reinfestação não diferiram entre si. Entretanto, houve diferença significativa entre as classes de volumes pré-estabelecidos. Verificou-se que a maior classe de volume (151 mL/m<sup>3</sup> a 200 mL/m<sup>3</sup>) resultou em maior período para reinfestação (Figura 3).

Como esperado os maiores volumes de calda acaricida proporcionaram período para reinfestação mais prologados, atingindo em média trinta dias a mais de controle. Embora o volume de calda seja apenas um dos fatores dentro na tecnologia de aplicação, tem sido bastante discutido pelos citricultores e pesquisadores. A aplicação de acaricidas para controle do ácaro da leprose é uma das operações mais onerosas financeiramente dentro do tratamento fitossanitário. Preconiza-se que a pulverização seja realizada de forma lenta (velocidade máxima de 3 km.h<sup>-1</sup>) de modo a proporcionar cobertura igual ou acima de 40% no interior da copa das plantas e com volumes entre 100 a 150 mL.m<sup>-3</sup> de copa da planta (Scapin e Ramos, 2017).

Os equipamentos de aplicação devem ser calibrados e regulados de forma a proporcionar a cobertura adequada das plantas pela calda pulverizada. Aumentos de volume até o ponto de escorrimento tendem a proporcionar maior cobertura das plantas, principalmente da parte interna. O ácaro da leprose pode ser encontrado habitando externamente e internamente a copa das plantas (Bazzo, 2016). Entretanto, apresentam o hábito de alimentação e de oviposição em locais protegidos, tais como irregularidades na casca dos frutos e ramos causadas por outras pragas e doenças (Gasparino, 2013). Além disso, as plantas cítricas apresentaram folhagem densa que dificultam a distribuição e a cobertura pela calda acaricida de maneira adequada.

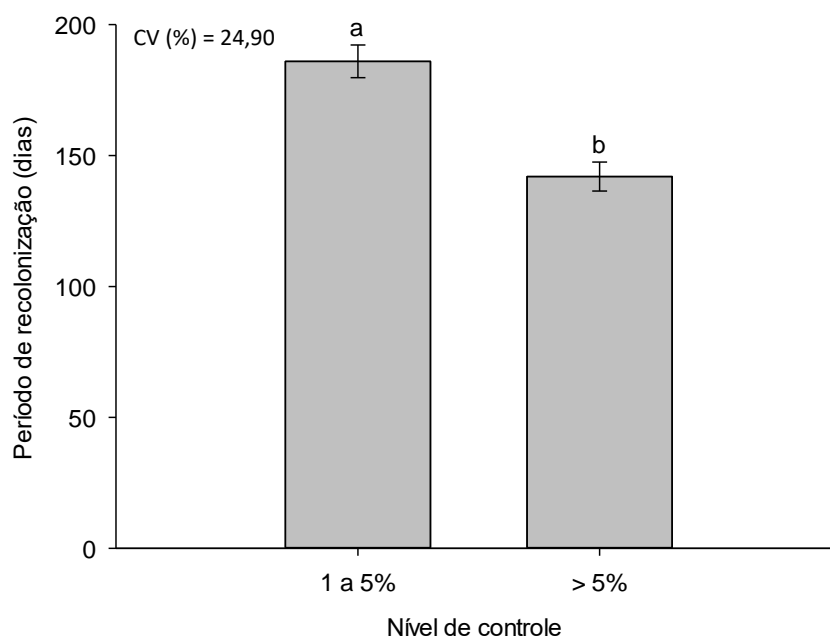


**Figura 3.** Período para reinfestação do ácaro da leprose *Brevipalpus yothersi* em relação ao volume de calda aplicado.

#### 4.3 Nível de controle

O nível de controle influenciou significativamente no período para reinfestação. Verificou-se que as aplicações de acaricidas realizadas com níveis de controle de 1 a 5% proporcionaram os maiores períodos para reinfestação (Figura 4). Foi demonstrado que aplicações de acaricidas realizadas com nível de controle baixos (de 1 a 5% de unidades amostrais infestados) proporcionaram maior período para reinfestação.

De modo geral o nível de controle varia em função da aversão do citricultor ao risco e histórico de leprose no pomar (Gasparino, 2013). Entretanto, vale ressaltar que o nível de controle é consequência do monitoramento ou amostragem realizada de forma sistemática nos pomares (Lopes et al., 2007). No caso, o monitoramento do ácaro da leprose é fundamental para a determinação de níveis de controle mais assertivos. Portanto, o dimensionamento adequado do tamanho da amostral é uma das premissas para o sucesso no manejo da leprose dos citros (Lopes et al., 2007).



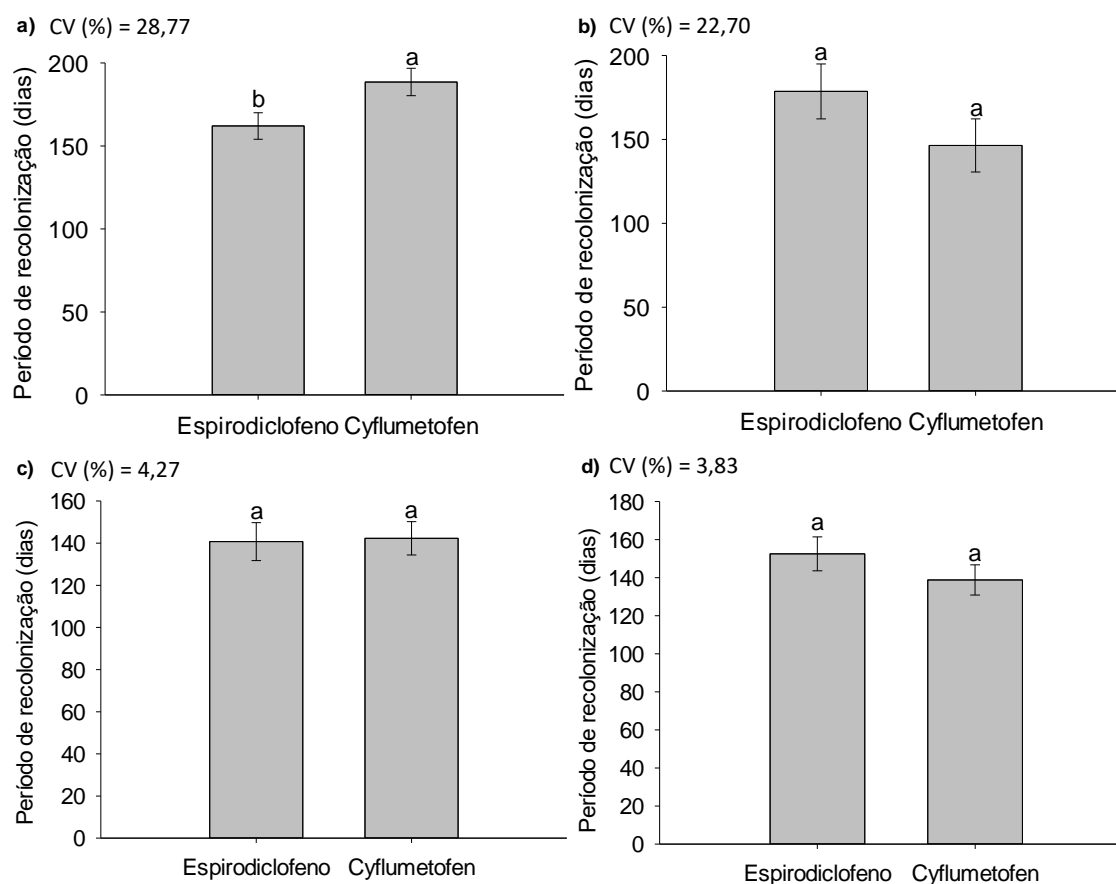
**Figura 4.** Período para reinfestação do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus yothersi* em relação ao nível de controle.

#### 4.4 Precipitação

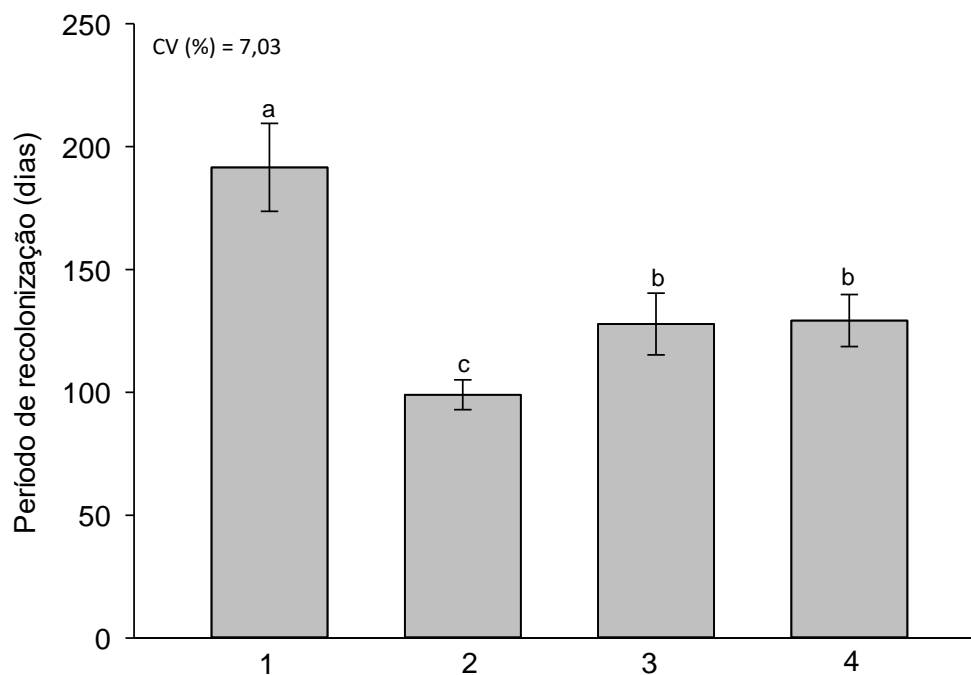
Foi constatado que na ausência de precipitação até sete dias após as aplicações houve diferença entre os acaricidas quanto ao período para reinfestação (Figura 5a). Por outro lado, não houve diferença entre os acaricidas quando houve precipitação até 1, 3 e 7 dias após as aplicações (Figura 5b, 5c e 5d). Ao analisar separadamente a influência de chuvas sobre os acaricidas, observou-se que para o cyflumetofen que o período para reinfestação foi mais prolongado quando não houve ocorrência de chuva até 7 dias após as aplicações (Figura 6). Resultado semelhante foi verificado para o espiroclorfen, nos quais o período para reinfestação também foi mais prolongado na ausência de chuvas até 7 dias após as aplicações (Figura 6).

Para o cyflumetofen o menor período para reinfestação foi obtido quando houve chuvas até 1 dia após as aplicações (Figura 4). Para esse acaricida, não houve diferença no período para reinfestação quando ocorreram chuvas até 3 e 7 dias após as aplicações (Figura 4). Para o espiroclorfen, não foram constadas diferenças no período para reinfestação quando houve precipitação até 1 e 3 dias após as aplicações (Figura 5).

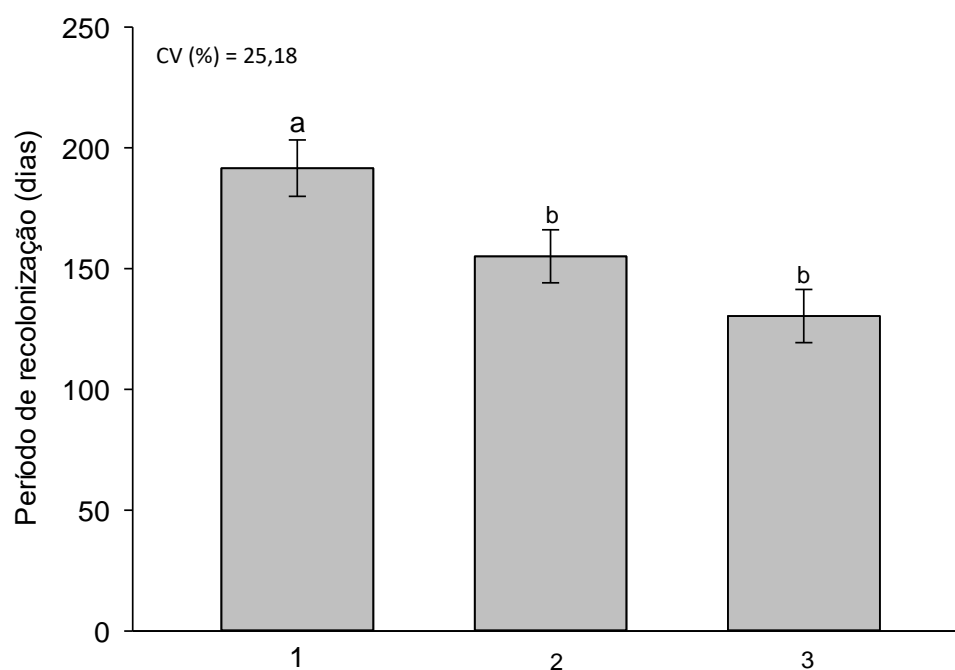
Os maiores períodos para reinfestação do ácaro ocorreram quando não houve precipitação até 7 dias após a aplicação, com destaque para cyflumetofen que nessas condições foi superior ao espiroclorfen. A redução do depósito de ingrediente ativo sobre as plantas é um dos principais problemas causados pela precipitação logo após a aplicação (Sanches et al., 2018). Sanches et al. (2018) verificaram que chuvas após a aplicação do acaricida propargite reduziu sua eficiência sobre *B. yothersi*.



**Figura 5.** Análise do período para reinfestação do ácaro da leprose dos citros em relação a aplicação de cyflumetofen e espiroclorfen quando não ocorreu precipitação até sete dias (a); ocorreu precipitação até 1 dia (b); ocorreu precipitação até 3 dias (c) ocorreu precipitação até 7 dias (d) após as aplicações dos acaricidas.



**Figura 6.** Período para reinfestação do ácaro da leprose quando: 1) não ocorreu precipitação até sete dias; 2) ocorreu precipitação até 1 dia; 3) ocorreu precipitação até 3 dias e 4) ocorreu precipitação até 7 dias após as aplicações de cyflumetofen.



**Figura 7.** Período para reinfestação do ácaro da leprose quando: 1) não ocorreu precipitação até 7 dias; 2) ocorreu precipitação em 1 dia; 3) ocorreu precipitação até 3 dias após as aplicações de espiroclifeno.

#### 4.5 Análise de componentes principais

As elipses de confiança demonstraram haver tendência de comportamento frente as duas épocas de aplicação, semelhantes para todas as variedades estudadas, onde independentemente do produto aplicado as duas épocas do ano se opõem uma à outra.

Observou-se que as variáveis climáticas possuem alto poder de correlação com as aplicações ocorridas na primavera-verão e que as variáveis de temperatura apresentaram correlação com as quatro variedades analisadas, estando presente em todas as análises.

O período para reinfestação se correlacionou com a época outono-inverno e as demais variáveis biométricas apresentam comportamento distinto conforme a variedade cítrica, ora estão correlacionando com a época 1 e ora com a época 2 (Tabela 2 a 5; Figura 8).

**Tabela 2.** Correlação entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais (CP1-CP2) na variedade HAMLIN.

<b>Componente principal</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
<b>Variância explicada (%)</b>	<b>36*</b>	<b>32*</b>
<b>Correlações</b>		
Idade	0.10	<b>-0.91</b>
Densidade	0.05	<b>-0.85</b>
Altura	-0.27	<b>-0.66</b>
Volume	0.21	<b>0.71</b>
Chuva7dias	0.36	<b>0.65</b>
Temp.Maxima	<b>0.86</b>	0.05
Temp.Minima	<b>0.90</b>	0.09
Temp.Media	<b>0.93</b>	0.06
Umid.Maxima	<b>0.69</b>	-0.42
Umid.Media	<b>0.63</b>	-0.47

\*Valor referente à porcentagem da variação do conjunto original dos dados retida pelos respectivos componentes principais. Correlações em negrito (>0,60 em valor absoluto) foram consideradas na interpretação do componente principal.

**Tabela 3.** Correlação entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais (CP1-CP2) na variedade NATAL.

<b>Componente principal</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
<b>Variância explicada (%)</b>	<b>32*</b>	<b>23*</b>
<b>Correlações</b>		
Idade	-0.46	<b>-0.66</b>
Densidade	0.42	<b>0.65</b>

Altura	-0.28	<b>-0.63</b>
Reinfestacao	-0.24	<b>0.68</b>
Chuva3dias	<b>0.61</b>	0.03
Chuva7dias	<b>0.65</b>	-0.10
Temp.Maxima	<b>0.83</b>	0.05
Temp.Minima	<b>0.88</b>	-0.12
Temp.Media	<b>0.88</b>	-0.04
Umid.Maxima	0.34	<b>-0.68</b>
Umid.Media	0.28	<b>-0.72</b>

\*Valor referente à porcentagem da variação do conjunto original dos dados retida pelos respectivos componentes principais. Correlações em negrito (>0,60 em valor absoluto) foram consideradas na interpretação do componente principal.

**Tabela 4.** Correlação entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais (CP1-CP2) na variedade PERA RIO.

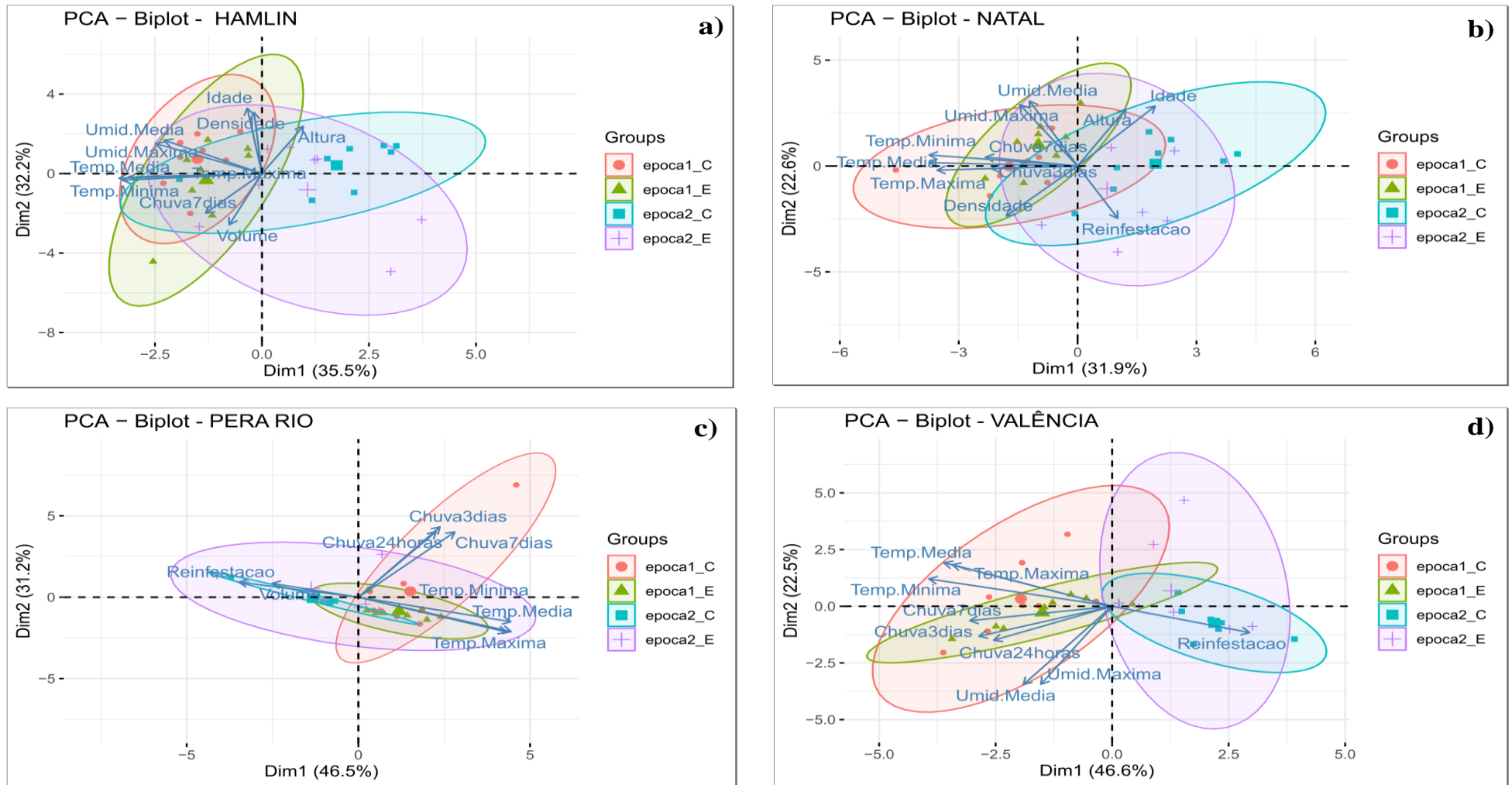
<b>Componente principal</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
<b>Variância explicada (%)</b>	<b>47*</b>	<b>31*</b>
<b>Correlações</b>		
Reinfestacao	<b>-0.69</b>	0.18
Chuva24horas	0.45	<b>0.80</b>
Chuva3dias	0.47	<b>0.86</b>
Chuva7dias	0.46	<b>0.79</b>
Temp.Maxima	<b>0.85</b>	-0.42
Temp.Minima	<b>0.88</b>	-0.30
Temp.Media	<b>0.88</b>	-0.42

\*Valor referente à porcentagem da variação do conjunto original dos dados retida pelos respectivos componentes principais. Correlações em negrito (>0,60 em valor absoluto) foram consideradas na interpretação do componente principal.

**Tabela 5.** Correlação entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais (CP1-CP2) na variedade VALÊNCIA.

<b>Componente principal</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
<b>Variância explicada (%)</b>	<b>47*</b>	<b>23*</b>
<b>Correlações</b>		
Reinfestacao	<b>-0.68</b>	-0.27
Chuva24horas	<b>0.59</b>	-0.34
Chuva3dias	<b>0.66</b>	-0.31
Chuva7dias	<b>0.70</b>	-0.15
Temp.Maxima	<b>0.79</b>	0.42
Temp.Minima	<b>0.91</b>	0.28
Temp.Media	<b>0.83</b>	0.44
Umid.Maxima	0.35	<b>-0.79</b>
Umid.Media	0.44	<b>-0.80</b>

\*Valor referente à porcentagem da variação do conjunto original dos dados retida pelos respectivos componentes principais. Correlações em negrito (>0,60 em valor absoluto) foram consideradas na interpretação do componente principal.



**Figura 8.** Gráfico biplot com os tratamentos avaliados em função das variáveis biométricas e ambientais e elipses de confiança (95% de confiança). Legenda: epoca1\_C = primavera/verão\_cyflumetofen; epoca2\_C = outono/inverno\_cyflumetofen; epoca1\_E = primavera/verão\_espiroclifeno; epoca2\_E = outono/inverno\_espiroclifeno.

## 5. CONCLUSÕES

O período para reinfestação é influenciado por diversas variáveis, incluindo o acaricida utilizado, o volume de calda, o nível de controle adotado e a ocorrência de chuvas nos primeiros dias após a aplicação. O período para reinfestação tende a ser mais prolongado quando são utilizados volumes de calda de 151 mL/m<sup>3</sup> a 200 mL/m<sup>3</sup>, e quanto o nível de controle adotado foi de 1 a 5%. Para aplicações realizadas no outono-inverno, o acaricida cyflumetofen apresenta períodos para reinfestação mais longos em comparação ao espiroclorfen. Quanto a precipitação os melhores resultados foram alcançados quando não houve a ocorrência de precipitações até sete dias após a aplicação.

## REFERÊNCIAS

- Afonso et al. (2016) Taxonomy of the order Mononegavirales: Update 2016. **Archives of Virology**, 161:2.351-2.360.
- Agrofit - **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons) Acesso em: 02 de fev. de 2021.
- Alberti G, Kitajima EW (2014) Anatomy and fine structure of *Brevipalpus* mites (Tenuipalpidae) – Economically important plant - virus vector. **Zoologica**, 160:1-192.
- Amaral I, Melville CC, Rocha CM, Della Vechia JF, Prado TJ, Andrade DJ (2019) Sublethal effects of spiroclorfen on biological and demographic parameters of the citrus leprosis mite *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae). **Pest Management Science** 76:1874–1880.
- Amaral I, Moraes GJ, Melville CC, Andrade DJ (2018) Factors affecting prevailing populations levels of *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) in citrus areas affected by citrus leprosis in the State of São Paulo, Brazil. **Experimental and Applied Acarology** 74:395-402.
- Andrade DJ, Oliveira CAL, Pattaro FC, Siqueira DS (2010) Acaricidas utilizados na citricultura convencional e orgânica: manejo da leprose e populações de ácaros fitoseídeos. **Revista Brasileira de Fruticultura** 32:1028-1037.
- Barros JRM, Barros ALM, Cypriano MP (2016) O mercado da citricultura no Brasil e as suas novas perspectivas. Livro Concecitrus. Citrus BR.
- Bassanezi RB (2004) Leprose dos citros: foco no controle do ácaro vetor. **Visão agrícola**, Piracicaba, p.25-29.
- Bassanezi, RB (2018). **Manual de Leprose dos Citros**: Medidas essenciais de

controle. Araraquara: Fundecitrus, 20p.

Bastianel M, Freitas-Astúa J, Kitajima EW, Machado MA (2006) The citrus leprosis pathosystem. **Summa Phytopathologica**, 32:211-220.

Bastianel M, Novelli VM, Kitajima EW, Bassanezi RB, Machado MA et al. (2010) Citrus leprosis: Centennial of an unusual mite virus pathosystem. **Plant Dis** 94:284-292.

Bazzo AM (20ra16) **Distribuição intraplanta do ácaro da leprose dos citros e adequação do volume de calda de acaricida para o seu controle**. 49p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Fundecitrus, Araraquara.

Beard JJ, Ochoa R, Braswell WE, Bauchan GR (2015) *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) species complex (Acari: Tenuipalpidae) - a closer look. **Zootaxa** 3944:1-67.

Carman GE (1975) Spraying procedures for pest control of citrus. **Ciba-Geigy Agrochemicals technical monograph** 4: 28-34.

Carvalho NL, Barcellos AL, Bubans VE (2018) Ácaros fitófagos em plantas cultivadas e os fatores que interferem em sua dinâmica populacional. **Revista técnico Científica do IFSC**. 2:1-14.

Castro EB, Mesa NC, Feres RJF, Moraes GJ de, Ochoa R, Beard JJ & Demite PR (2020) A newly available database of an important family of phytophagous mites: Tenuipalpidae **Database. Zootaxa**, 4868 (4), 577–583.

Citrus BR (2021) **Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos**. Mercado Externo. Disponível em: <https://citrusbr.com/estatisticas/exportacoes/>. Acesso em: 15 mar. de 2021.

Colariccio A, Lovisolo O, Chagas CM, Galletti SR, Rosseti V, Kitajima EW (1995) Mechanical transmission and ultrastructural aspects of citrus leprosis disease. **Fitopatologia Brasileira** 20:208-213.

Cook G, Kirkman W, Clase R, Steyn C, Basson E, Fourie PH, Moore SD, Grout TG, Carstens E, Hattingh V (2019) *Orchid fleck virus* associated with the first case of citrus leprosis-N in South Africa. **European Journal of Plant Pathology** 155:1373–1379.

Della Vechia JF, Ferreira MC, Andrade DJ (2018) Interaction of spirodiclofen with insecticides for the control of *Brevipalpus yothersi* in citrus. **Pest Management Science** 74:2.438-2.443.

Ferreira MC (2003) **Caracterização da cobertura de pulverização necessária para controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939) em citros**. 64p. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

FNP Consultoria & Comércio (2017). Citros. In: **Agrianual 2017**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 233–262.

Franco CR, Casarin NFB, Domingues FA, Omoto C (2007) Resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas inibidores da respiração

celular em citros: Resistência cruzada e custo adaptativo. **Neotropical Entomology**, 36:565-576.

Freitas-Astúa J, Fadel AL, Bastianel M, Novelli VM, Antonioli-Luizon R, Machado MA (2008) Resposta diferencial de espécies e de híbridos de citros à leprose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43:809-814.

Freitas-Astúa J, Ramos-González PL, Arena GD, Tassi, AD, Kitajima EW (2018) *Brevipalpus*-transmitted viruses: parallelism beyond a common vector or convergent evolution of distantly related pathogens? **Current Opinion on Virology** 33: 66–73.

Fundecitrus (2021) Estimativa da Safra de Laranja 2021-2022 do Cinturão Citrícula de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro. Disponível em: <[https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes\\_relatorios/2021\\_05\\_27\\_Sum%C3%A1rio\\_Executivo\\_da\\_Estimativa\\_da\\_Safra\\_de\\_Laranja\\_2021-2022.pdf](https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2021_05_27_Sum%C3%A1rio_Executivo_da_Estimativa_da_Safra_de_Laranja_2021-2022.pdf)> Acesso em: 19 de jul. de 2021.

Fuzita AT, Sato ME, Silva MZ, Nicastro RL, Mendonça MJC (2014) Comparison of susceptibility of the pest mite *Brevipalpus phoenicis* and the predator *Agistemus brasiliensis* to agrochemicals . **Coffee Sci.** 9, 102–109.

Gasparino CF (2013) **Tamanho da amostra e custo para monitoramento da infestação do ácaro da leprose em pomares de laranja**. Dissertação (Mestrado Profissional em Fitossanidade) - Fundo de Defesa da Citricultura, Araraquara.

Girardi EA, Sola JGP, Scapin MS, Moreira AS, Bassanezi RB, Ayres AJ, Peña L (2021) The Perfect Match: Adjusting High Tree Density to Rootstock Vigor for Improving Cropping and Land Use Efficiency of Sweet Orange. **Agronomy**, 11:2569. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122569>

Hawkins DM, Weisberg S (2017) Combining box-cox power and generalized registration transformations to accommodate non positive responses in linear models and mixed linear effects. **South African Stat. J.** 51, 317–328.

Hayashi N., Sasama Y., Takahashi N., Ikemi N (2013). Cyflumetofen, a novel acaricide – its mode of action and selectivity. **Pest Management Science** 69:1080–1084.

Kaiser HF (1958) The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, New York, v. 23, n. 3, p. 187–200.

Kitajima EW, Groot TVM, Novelli VM, Freitas-Astúa J, Alberti G, Moraes GJ (2007) In situ observation of the *Cardinium* symbionts of *Brevipalpus* (Acari: Tenuipalpidae) by electron microscopy. **Experimental and Applied Acarology**, 42:263-271.

Kitajima EW, Mülle RGW, Costa AS, Yuki W (1972) Short, rod-like particles associated with Citrus leprosis. **Virology** 50:254–8.

Kondo H, Maeda T, Tamada T (2003) Orchid fleck virus: *Brevipalpus californicus* mite transmission, biological properties and genome structure. **Experimental and Applied Acarology**, 30:215-223.

Laranjeira FF, Silva SXB, Andrade EC, Almeida DO, Silva TSM, Soares ACF, Freitas-Astúa J (2015) Dinâmica de infestação de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em pomares cítricos afetados por variáveis edáficas e climáticas. **Experimental and Applied Acarology** 66: 491–508.

Lewis, KA, Tzilivakis, J., Warner, D. e Green, A. (2016) Um banco de dados internacional para avaliações e gerenciamento de risco de pesticidas. Avaliação de Risco Humano e Ecológico: Um Jornal Internacional, 22 (4), 1050-1064. DOI: 10.1080/10807039.2015.1133242.

Lopes MV, Oliveira CAL, Barreto M., Barbosa JC, Rossi FM (2007) Dimensionamento de amostras para monitoramento do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em citros. **Revista Brasileira de Fruticultura** 29:671-676.

Mineiro JLC, Sato ME, Novelli VM, Andrade DJ (2015) Distribuição de *Brevipalpus yothersi* Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae) em diferentes hospedeiras e localidades no Estado de São Paulo. In.: Reunião Anual Do Instituto Biológico. **Resumos...** São Paulo: O Biológico 77:84.

Miranda MP, Volpe HXL, Veiga ACP, Zanardi OZ, Bassanezi RB, Andrade DJ, Carmo-Sousa M (2017) Manejo de insetos e ácaros vetores fitopatógenos nos citros. **Informe Agropecuário** 38:1-25.

Neves MF, Trombini VG (2017) **Anuário da citricultura 2017**. Citru BR: Ribeirão Preto. 57p.

Novelli VM, Freitas-Astúa J, Antonioli-Luizon R, Locali EC, Arrivabem F, Hilf ME, Gottwald TR, Machado MA (2005) Detecção do vírus da leprose dos citros (CiLV-C) através de RT-PCR em diferentes fases de desenvolvimento do ácaro vetor (*Brevipalpus phoenicis*). In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 38, Brasília-DF. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, p.183.

Oliveira CAL (1986) Flutuação populacional e medidas de controle do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em citros. **Laranja**, 7:1-31.

Oliveira CAL, Campos Neto RR, Fernandes CB (1998) Efeito de diferentes volumes de calda no controle do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27:117-124.

Pascon RC, Kitajima JP, Breton MC, Assumpção L, Greggio C, Zanca AS, Okura VK, Alegria MC, Camargo ME, Silva GGC, Cardozo JC, Vallim MA, Franco SF, Silva VH, Jordão Júnior H, Oliveira F, Giachetto PF, Ferrari F, Aguilar-Vildoso CI, Franchiscini FJB, Silva JMF, Arruda P, Ferro JA, Reinach F, Silva ACR (2006) The complete nucleotide sequence and genomic organization of citrus leprosis associated virus, cytoplasmatic type (CiLV-C). **Virus Genes**, 32:289-298.

Pedro Neto M (2009) **Influência de cobertura vegetal do solo e da precipitação pluvial na população de ácaros-praga e de ácaros predadores em café orgânico e convencional**. 81p. Tese (Doutorado em Agronomia Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

R Development Core Team, 2017. **R: a Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

Ramos-González PL, Chabi-Jesus C, Guerra-Peraza O, Breton MC, Arena GD, Nunes MA, Kitajima EW, Machado MA, Freitas-Astúa J (2016) Phylogenetic and molecular variability studies reveal a new genetic clade of *Citrus leprosis virus C*. **Viruses** 8:153.

Rocha CM, Della Vechia JF, Savi PJ, Omoto C, Andrade DJ (2021) Resistance to spirodiclofen in *Brevipalpus yothersi* from Brazilian citrus groves: detection, monitoring, and population performance. **Pest Management Science**, 1-8.

Rodrigues JCV (2000) **Relações patógeno-vetor-planta no sistema leprose dos citros**. 168p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Roy A, León MG, Stone AL, Schneider WL, Hartung JS, Brlansky RH (2014) First report of *Citrus leprosis virus* nuclear type in sweet Orange in Colombia. **Plant Disease** 98:1162–1162.

Roy A, Stone A, Otero-Colina G, Gang WNC, Diann ALL, Nakhla KM, Hartung SJ, Schneider LW, Brlansky HR (2015) Identification and molecular characterization of nuclear *Citrus leprosis virus*, a member of the proposed Dichorhavirus genus infecting multiple Citrus species in Mexico. **Phytopathology** 105:564–575.

Salinas-Vargas D, Santillán-Galicia MT, Guzmán-Franco AW, Hernández-López A, Ortega-Arenas LD, Mora-Aguilera G (2016) Analysis of the genetic variation in *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) populations from four species of citrus host plants. **PLoS One**, v.11.

Sanches JJ, Ferreira MDC, Andrade DJ (2018) Impact of rainfalls on the acaricide propargite with and without addition of adjuvants for the control of the mite *Brevipalpus yothersi*: impacto da chuva sobre o acaricida propargite com e sem adição de adjuvantes no controle do ácaro *Brevipalpus yothersi*. **Rev. Bras. Frutic.** 1–8. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018775>

Scapin M da S, Ramos HH (2017) **Manual de Tecnologia de Aplicação em Citros**. Fundecitrus.

Silva MZ, Sato ME, Oliveira CAL, Veronez B (2012) Toxicidade de agroquímicos ao ácaro-da-leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis* (geijskes) e ao ácaro predador *neoseiulus califo*. **Arquivos do Instituto Biológico** 3:363-370.

Souza RS (2002) **Aspectos da inter-relação: ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae), *Citrus sinensis* (L.) e meio ambiente**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

Stokes ME, Davis CS, Koch GG (1995) **Categorical Data Analysis using the SAS system**. Cary, NC SAS Inst.

Systat Software Inc (2006) **SSI. Sigmaplot for windows**, version 10 [WWW Document]. URL <http://www.systat.com/products/sigmaplot/> (accessed 4.6.21).

Tassi AD, Garita-Salazar LC, Amorim L, Novelli VM, Freitas-Astua J, Childers CC, Kitajima EW (2017) Virus-vector relationship in the *Citrus leprosis* pathosystem. **Experimental and Applied Acarology** 71:227–241.

USDA – **United States Department of Agriculture**. Disponível em: <<https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/w66343603?locale=en>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

Van Pottelberge S, Khajehali J, Van Leeuwen T, Tirry L. (2009). Effects of spiroadiclofen on reproduction in a susceptible and resistant strain of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology** 47:301–309.

Vachia JFD, Zanardi OZ, Kapp ABP, Bassanezi RB, Andrade DJ (2021) Lethal and sublethal effects of insecticides on the survival and reproduction of *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology** 85:191–204.

Wachendorff U, Nauen R, Schnorbach HJ, Rauch N, Elbert A (2002) The biological profile of spiroadiclofen (Envidor®) – a new selective tetrone acid acaricide. **Pflanzenschutz Nachrichten Bayer** 55:149–176.

Weeks A, Marek F, Breeuwar JAJ (2001) A mite species that consists entirely of haploid females. **Science**, 292:2.479-2.482.

Weeks AR, Velten R, Stouthamer R (2003) Incidence of a new sex *ratio* distorting endosymbiotic bacterium among arthropods. **Proceedings of the Royal Society of London**, 270:1.857-1.865.