

RESUMOS DO

VI Simpósio MasterCitrus

MESTRADO PROFISSIONAL EM CONTROLE
DE DOENÇAS E PRAGAS DOS CITROS

ARARAQUARA
OUTUBRO 2019



MASTERCITRUS

Fundecitrus 
CIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE
PARA A CITRICULTURA



VI Simpósio MasterCitrus



VI Simpósio MasterCitrus

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS PESQUISAS DOS ALUNOS

ORGANIZADORES

Franklin Behlau
Renato Bezzo Bassanezi

REALIZAÇÃO





6º Simpósio MasterCitrus

S612

Anais de resumo [recurso eletrônico] / 6º Simpósio MasterCitrus, 25 de outubro de 2019, Araraquara, SP; Organizadores Franklin Behlau ; Renato Beozzo Bassanezi. – Araraquara, SP: Fundecitrus. 2019.
68 p.

Apresentação dos resultados das pesquisas dos alunos do Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros.
ISSN 2357-7967

1. MasterCitrus 2. Fundecitrus 3. Mestrado Profissional 4. Citricultura. I. Behlau, Franklin II. Bassanezi, Renato Beozzo III. Título.



PREFÁCIO

Neste ano, o MasterCitrus (Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros), coordenado e realizado pelo Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, completa seu décimo ano de existência e consolida-se como uma referência para formação profissional, transferência de informação e integração de profissionais que atuam na cadeia de citros.

Durante o curso, as disciplinas sobre temas da área de fitotecnia e fitossanidade dos citros fornecem embasamento teórico e prático aos alunos, atualizam seus conhecimentos e ampliam suas visões para o aumento da sustentabilidade, eficiência, e economia no manejo de doenças e pragas que afetam a citricultura.

Avaliado com o conceito 4 (em escala que varia de 1 a 5) pela Coordenação de Pessoal de nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação e Cultura (MEC), o MasterCitrus tornou-se modelo para outros cursos de mestrado profissional na área de Ciências Agrárias.

Em sua sexta edição, o Simpósio MasterCitrus mais uma vez visa contribuir para a atualização do conhecimento e discussão sobre os principais desafios fitossanitários da citricultura. O simpósio tem se consolidado como um importante evento técnico-científico do setor e um meio eficiente de divulgação de resultados de pesquisas recentes desenvolvidas em benefício da citricultura.

Neste ano, foram apresentados trabalhos produzidos por nove mestres a um público composto por profissionais do setor citrícola, incluindo os atuais alunos e ex-alunos do curso, acadêmicos e estudantes de outras instituições, entre outros.

Este documento traz de forma resumida todos os trabalhos apresentados no VI Simpósio MasterCitrus. Para mais detalhes, convidamos os interessados a consultar as dissertações, disponíveis na íntegra no site do Fundecitrus.

Franklin Behlau
COORDENADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO



VI SIMPÓSIO MASTERCITRUS

Apresentação dos resultados das pesquisas dos alunos do Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros

25 de outubro de 2019

ANAIS DE RESUMOS

PROGRAMAÇÃO

08h30 – Recepção

09h – Premiação Mestrado

09h15 – Introdução Doenças Fúngicas – **Geraldo José da Silva Junior**

09h20 – Manejo sustentável da podridão floral em diferentes variedades de laranja com a adoção do sistema de previsão – **Thiago Gomes Camargo**

09h35 – Introdução Cancro cítrico – **Franklin Behlau**

09h40 – Descrição de isolados de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* tolerantes ao cobre e comparação genotípica com isolados sensíveis e resistentes – **Tamiris Garcia da Silva Marin**

09h55 – Redução do intervalo de aplicação e adequação da dose de cobre no controle do cancro cítrico – **Diego Henrique Ferreira**

10h10 – Bactericidas alternativos e redução de tempo de exposição para a descontaminação de frutos de citros em pós-colheita contra *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, agente causal do cancro cítrico – **Alexandre Paloschi**

10h25 – Discussão

10h40 – Intervalo



VI SIMPÓSIO MASTERCITRUS

Apresentação dos resultados das pesquisas dos alunos do Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros

25 de outubro de 2019

ANAIS DE RESUMOS

PROGRAMAÇÃO

11h – Introdução HLB – **Silvio Aparecido Lopes**

11h05 – Dinâmica de brotação em diferentes combinações de copa e porta-enxerto de citros em área irrigada e não irrigada – **Hermes Teixeira de Oliveira**

11h20 – Introdução Leprose – **Renato Beozzo Bassanezi**

11h25 – Volumes de calda acaricida para o controle do ácaro da leprose dos citros (*Brevipalpus yothersi*) utilizando turbopulverizador convencional e eletrostático – **Carlos Eduardo Sichieri**

11h40 – Controle do ácaro da leprose dos citros pelo acaricida espiroclorfenol: influência da mistura em tanque e da frequência de aplicação de inseticidas – **Márcio Alexandre Jorge**

11h55 – Misturas de inseticidas, enxofre e o acaricida ciflumetofem em tanque de pulverização no controle do ácaro da leprose dos citros – **Tony Anderson Florian dos Santos**

12h10 – Alterações bioecológicas associadas ao aumento populacional de *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) e *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) após aplicação de inseticidas em citros – **Aloisio de Padua Mendes da Costa**

12h25 – Discussão

12h45 – Encerramento



ANAIS DE RESUMOS

Sumário

| | |
|---|----|
| Manejo sustentável da podridão floral em diferentes variedades de laranja com a adoção do sistema de previsão | 9 |
| Descrição de isolados de <i>Xanthomonas citri</i> subsp. <i>citri</i> tolerantes ao cobre e comparação genotípica com isolados sensíveis e resistentes | 15 |
| Redução do intervalo de aplicação e adequação da dose de cobre no controle do cancro citrico | 22 |
| Bactericidas alternativos e redução de tempo de exposição para a descontaminação de frutos de citros em pós-colheita contra <i>Xanthomonas citri</i> subsp. <i>citri</i> , agente causal do cancro cítrico | 31 |
| Dinâmica de brotação em diferentes combinações de copa e porta-enxerto de citros em área irrigada e não irrigada..... | 37 |
| Volumes de calda acaricida para o controle do ácaro da leprose dos citros (<i>Brevipalpus yothersi</i>) utilizando turbopulverizador convencional e eletrostático | 43 |
| Controle do ácaro da leprose dos citros pelo acaricida espiroclifeno: influência da mistura em tanque e da frequência de aplicação de inseticidas | 49 |
| Misturas de inseticidas, enxofre e o acaricida ciflumetofem em tanque de pulverização no controle do ácaro da leprose dos citros | 55 |
| Alterações bioecológicas associadas ao aumento populacional de <i>Brevipalpus yothersi</i> Baker (Acari: Tenuipalpidae) e <i>Panonychus citri</i> (Mcgregor) (Acari: Tetranychidae) após aplicação de inseticidas em citros | 62 |



VI SIMPÓSIO MASTERCITRUS

**Apresentação dos resultados das pesquisas dos alunos do
Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros**

ANAIS DE RESUMOS

**25 de outubro de 2019
Araraquara, SP**



MANEJO SUSTENTÁVEL DA PODRIDÃO FLORAL EM DIFERENTES VARIEDADES DE LARANJA COM A ADOÇÃO DO SISTEMA DE PREVISÃO

Thiago Gomes Camargo¹, Fabricio Eustáquio Lanza², João Pedro Pereira², Rafael Ângelo Gonçalves Smirne², Marcos José das Novas¹, Célio F. dos Santos Diniz¹, Geraldo José Silva Junior²
thiagogcamargo@hotmail.com

¹Agropecuária São Nicolau Ltda., Itapeva/SP

²Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara/SP

A podridão floral dos citros causada por *Colletotrichum* spp. afeta flores de diferentes espécies e variedades de citros, provocando queda prematura de frutos jovens e retenção de cálices florais. As epidemias da doença são esporádicas e geralmente ocorrem em safras com chuvas intensas e frequentes durante o florescimento, principalmente em laranjeiras doces das variedades ‘Natal’ e ‘Pera’. A principal estratégia de manejo da podridão floral é a proteção das flores com fungicidas. O número de pulverizações é variável e depende de condições climáticas, variedade e idade das plantas e duração do florescimento. Em 2016, um sistema de previsão foi desenvolvido para indicar o momento correto para a realização das pulverizações visando o controle da podridão floral. O número e o custo das aplicações baseadas no sistema de previsão foram reduzidos de 17 a 71% comparado ao programa da fazenda com aplicações semanais. Esse sistema ainda não foi validado em pomares comerciais de laranja doces de diferentes maturações. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia e o custo-benefício do sistema de previsão no controle da podridão floral em comparação com o programa da fazenda em diferentes variedades de laranjas doces, a fim de tornar o manejo da doença mais sustentável.

Três campos experimentais foram conduzidos em pomares adultos de laranjas doces, sendo um de ‘Baianinha’ (maturação precoce) plantada em 2008, com espaçamento 6,0 x 3,5 m, um de ‘Pera’ (maturação meia-estação) plantada em 2000, com espaçamento 6,5 x 3,0 m e um de ‘Natal’ (maturação tardia) também plantada em 2000, com espaçamento 6,0 x 3,0 m, ambas enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, durante duas safras 2017/2018 e 2018/2019, em fazenda localizada em Itapeva/SP. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com seis repetições. Cada bloco foi composto por quatro tratamentos, e cada tratamento possuía três linhas de seis plantas cada, totalizando 18 plantas por parcela.

O experimento foi composto por quatro tratamentos comparados em todas as áreas: i) plantas sem pulverização durante o florescimento (testemunha); ii) programa da fazenda (PF), com pulverizações preventivas realizadas quando os demais talhões da propriedade eram protegidos, com intervalo variando de 7 a 14 dias, desde as fases de botões verdes e fechados (R1/R2) até os estádios de queda de pétalas e do estigma/estilete (R6/R7) (Silva Junior et al., 2014); iii) pulverizações curativas realizadas somente quando o sistema de previsão emitiu os alertas de Risco moderado (RM), ou seja, a germinação dos conídios ultrapassou 15%; iv) pulverizações curativas baseadas nos alertas de Risco alto (RA), no qual a germinação foi igual ou superior a 20%.



Os dados de molhamento e temperatura foram registrados por uma estação meteorológica modelo iMETOS IMT300 (Metos Pessl Instruments®) com o sistema iMetos AG instalada na propriedade, os quais foram enviados automaticamente a cada hora para a plataforma do sistema de previsão que calculou os riscos. As pulverizações foram realizadas com pulverizador bilateral da marca Natali, modelo Alfa 4000 Citrus (Natali, Limeira, SP), com capacidade para 4.000 litros de calda, e com 80 pontas de pulverização (40 de cada lado), modelo Natali n° 04 (Natali, Limeira, SP), com velocidade média de deslocamento de 6 km/h. O volume de calda e a dose do fungicida foram calculados considerando o volume de copa das plantas, estimado com a metodologia adaptada do TRV “tree-row-volume” (Scapin et al., 2015; Silva Junior et al., 2016). O volume de calda foi pré-fixado em 40 mL de calda/m³ de copa. O fungicida Nativo (10% de trifloxistrobina + 20% de tebuconazol, Bayer CropScience) foi aplicado na dose de 0,028 mL do produto comercial/m³ de copa (Silva Junior et al., 2014).

Nas duas safras foi avaliada a incidência de flores com sintomas de podridão floral, assim como o número de cálices retidos e de frutos fixados por ramo e a produção das plantas, seguindo a metodologia de ramos marcados descrita por Silva Junior et al. (2014). Cinco ramos foram marcados em cada lado das duas plantas centrais na linha central de cada parcela. As flores foram avaliadas no estágio de flores abertas (R6), contando-se o número de flores sadias e de flores com sintomas de podridão floral, em setembro de 2017 e 2018, respectivamente, para as duas safras. Os cálices retidos e os frutos fixados nos ramos marcados foram contados cinco meses após o florescimento, em fevereiro de 2018 e 2019, respectivamente, para as duas safras. A produtividade da primeira safra foi avaliada em agosto (‘Baianinha’), outubro (‘Pera’) e dezembro (‘Natal’) de 2018, por meio da pesagem do total de frutos produzidos nas quatro plantas centrais da linha central de cada parcela. Na segunda safra, os frutos ainda verdes foram contados, em fevereiro de 2019, nas duas plantas centrais de cada parcela, e o peso dos frutos da primeira safra foi utilizado para estimar a produtividade em kg/planta. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

O custo de controle e a receita bruta foram estimados para os diferentes tratamentos. Para o cálculo do custo foi considerado o tempo de 40 minutos para o reabastecimento do tanque de pulverização, os valores de hora/máquina (R\$ 114,92/h) e hora/homem (R\$ 8,14/h) estimados pela média dos últimos três anos pelo Agriannual (FNP Consultoria & Comercio 2017; FNP Consultoria & Comercio, 2018; FNP Consultoria & Comercio, 2019), e o valor médio de R\$ 72,71/L de Nativo praticado em revendas de defensivos agrícolas na região de Itapeva/SP, nas safras 2017/2018 e 2018/2019. A receita foi estimada com base na produtividade média das plantas em cada tratamento multiplicada pelo valor médio de R\$ 19,38 por caixa de 40,8 kg, entre 2017 e 2018 (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2018). O retorno financeiro obtido com o controle da doença foi obtido para os diferentes tratamentos com o valor da receita subtraído o custo de controle com base na metodologia utilizada por Silva Junior et al. (2016).

Durante a safra 2017/2018, o florescimento teve duração de 41 dias, e as condições climáticas foram menos favoráveis para a podridão floral. As plantas da variedade ‘Baianinha’ foram pulverizadas com base no programa da fazenda (PF) nos dias 22 e 35, enquanto as plantas de ‘Pera’ e ‘Natal’ foram pulverizadas quatro vezes, nos dias 9, 16, 22 e 35 (Figura 1A). Na safra 2018/2019, o florescimento teve duração inferior comparado a primeira safra, porém em apenas 34 dias foram observadas condições climáticas favoráveis a doença em pelo menos três períodos. Nas plantas da variedade ‘Baianinha’, a quarta e última pulverização do tratamento PF foi no 23° dia, já as plantas de ‘Pera’ e ‘Natal’ receberam a quarta e quinta aplicações do tratamento PF nos 23° e 30° dias (Figura 1B).

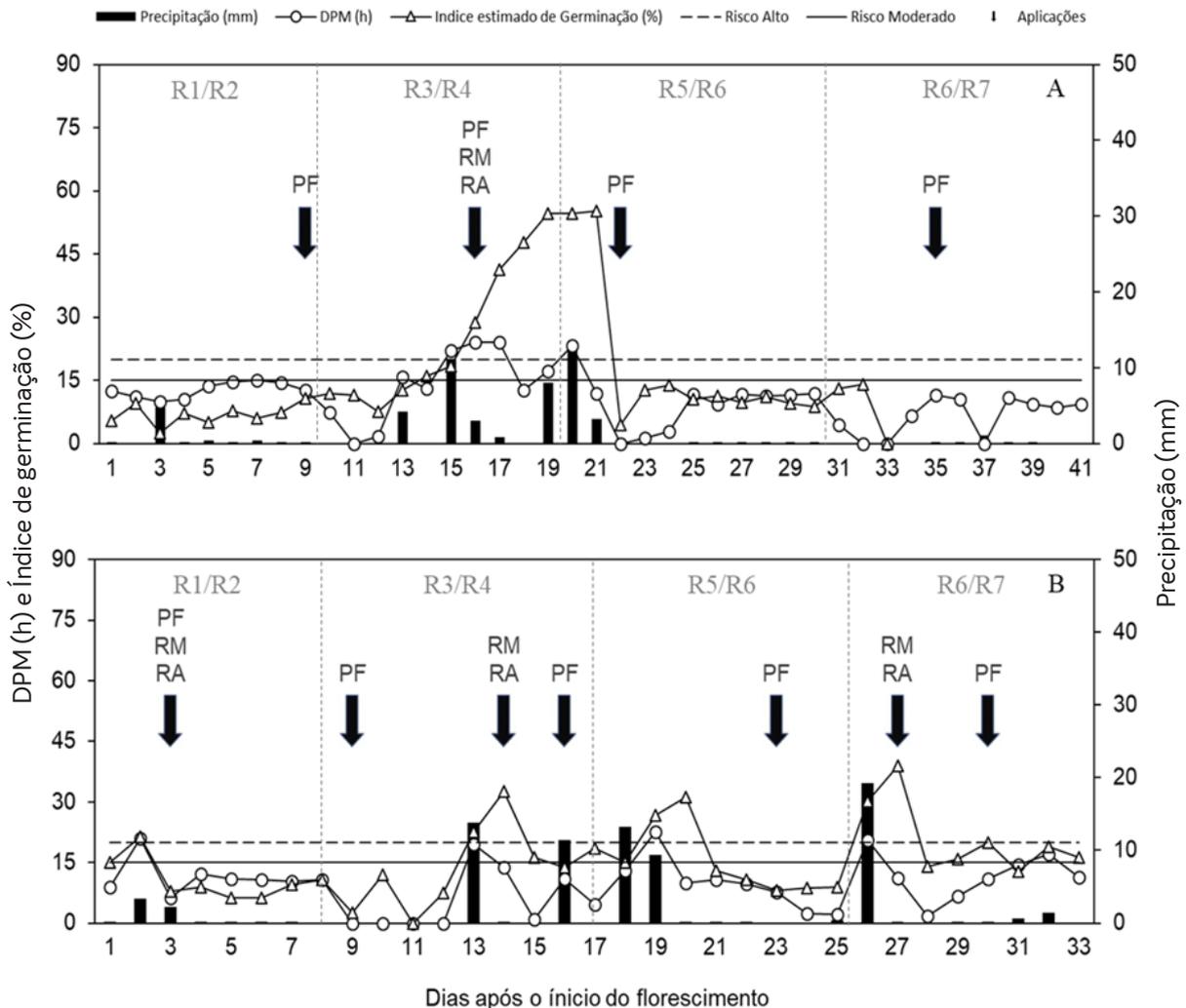


Figura 1. Precipitação (mm), índice estimado de germinação de conídios (%), duração do período de molhamento, DPM (h) e pulverizações de fungicidas com base no programa da fazenda (PF) ou nos riscos moderado (RM) e alto (RA) estimados pelo sistema de previsão da podridão floral dos citros, durante o período de florescimento de laranjeiras ‘Baianinha’, ‘Pera’ e ‘Natal’, no município de Itapeva-SP, no sudoeste paulista, nas safras 2017/2018 (A) e 2018/2019 (B). Dia 1 corresponde a 01/08/2017 (safra 1) e 02/09/2018 (safra 2). R1 a R7 representam os estádios de florescimento da escala proposta por Silva Junior et al. (2014).

Como resultados, na primeira safra, o sistema de previsão foi eficiente em reduzir o número de aplicações de fungicidas e o custo de controle de 50 a 75% em relação ao programa da fazenda. As plantas tratadas com fungicidas, independentemente do programa de controle, tiveram produções similares às plantas não pulverizadas. Embora o sistema tenha recomendado menos aplicações em relação ao programa da fazenda, as receitas brutas de todos os tratamentos foram semelhantes (Tabela 1). Na safra seguinte, as condições foram mais favoráveis para a doença e até 80% das flores de ‘Pera’ não pulverizadas apresentaram sintomas de podridão floral. Nesta área, as plantas protegidas com três pulverizações curativas após o alerta de risco alto do sistema de previsão produziram menos que aquelas protegidas com cinco pulverizações realizadas de forma preventiva via programa da fazenda. Nas outras duas áreas, o sistema de previsão reduziu o número de aplicações de 25 a 40% em relação ao programa da fazenda, sem interferir no controle da doença, na produtividade das plantas e no retorno econômico (Tabela 1).



Tabela 1. Número de aplicações de fungicida, custo total de controle (R\$/ha) e retorno financeiro (R\$/ha), em laranjeiras ‘Baianinha’, ‘Pera’, ‘Natal’ sem pulverização ou protegidas com fungicida para o controle da podridão floral dos citros seguindo o programa da fazenda ou os alertas de risco moderado ou alto do sistema de previsão, em Itapeva-SP, nas safras 2017/2018 e 2018/2019.

| Variedade | Tratamentos | Nº de aplicações | Custo de controle (R\$/ha) ¹ | Retorno financeiro (R\$/ha) ² |
|------------------------|---------------------|------------------|---|--|
| <i>Safra 2017/2018</i> | | | | |
| Baianinha | Programa da fazenda | 2 | 210,15 | 43.183,22 NS |
| | Risco moderado | 1 | 105,07 | 42.394,38 |
| | Risco alto | 1 | 105,07 | 41.971,21 |
| | Sem pulverização | - | - | 46.312,50 |
| Pera | Programa da fazenda | 4 | 507,73 | 24.240,22 NS |
| | Risco moderado | 1 | 126,93 | 24.854,27 |
| | Risco alto | 1 | 126,93 | 20.915,22 |
| | Sem pulverização | - | - | 22.717,11 |
| Natal | Programa da fazenda | 4 | 501,96 | 47.084,19 NS |
| | Risco moderado | 1 | 125,49 | 46.762,21 |
| | Risco alto | 1 | 125,49 | 49.587,84 |
| | Sem pulverização | - | - | 49.839,81 |
| <i>Safra 2018/2019</i> | | | | |
| Baianinha | Programa da fazenda | 4 | 436,12 | 45.329,10 NS |
| | Risco moderado | 3 | 327,09 | 43.242,79 |
| | Risco alto | 3 | 327,09 | 39.516,31 |
| | Sem pulverização | - | - | 49.176,22 |
| Pera | Programa da fazenda | 5 | 590,22 | 36.066,32 a |
| | Risco moderado | 3 | 354,13 | 30.311,67 ab |
| | Risco alto | 3 | 354,13 | 19.399,73 bc |
| | Sem pulverização | - | - | 16.096,17 c |
| Natal | Programa da fazenda | 5 | 614,26 | 45.312,43 a |
| | Risco moderado | 3 | 368,56 | 38.108,39 ab |
| | Risco alto | 3 | 368,56 | 37.537,90 ab |
| | Sem pulverização | - | - | 24.494,87 b |

¹Custo baseado nos valores de hora/máquina (R\$ 114,92/h) e hora/homem (R\$ 8,14/h) do Agriannual (2016 a 2018), e valor do fungicida de R\$ 72,71/L de Nativo praticado na região sudoeste paulista entre 2017 e 2018. ²Retorno obtido pela receita subtraída do custo de produção. A receita foi estimada pela produtividade, em caixas de 40,8 kg/ha, multiplicada pelo valor de R\$19,38 pago pela caixa entre 2016 e 2018 (Cepea, 2018). NS, não significativo (Teste F, $p>0,05$). Médias de retorno seguidas pela mesma letra em cada variedade e safra não diferem entre si (Tukey, $p=0,05$).



O presente trabalho demonstrou que o sistema de previsão da podridão floral é uma importante ferramenta que pode ser utilizada em pomares de diferentes variedades de laranjas doces de forma a reduzir o número de pulverizações de 25 a 75% em comparação com o programa de controle adotado por citricultores. Essas reduções são similares as observadas por Gama et al. (2019) nos ensaios iniciais com esse sistema de previsão, onde foram definidos os limiares de 15% e 20% de germinação de esporos como índices de referência para a pulverização. Em ambos os estudos as condições foram favoráveis para que os índices de 15% e 20% fossem atingidos na mesma data e algumas horas após o início de um período chuvoso.

Embora a validação desse sistema de previsão seja realizada com pulverizações curativas de fungicidas, o uso de aplicações preventivas pode ser possível se previsões das variáveis meteorológicas necessárias para estimar os índices de germinação de esporos forem adicionadas ao sistema de previsão. Para isso, seria necessário disponibilizar uma rede de previsão capaz de estimar os dados meteorológicos precisos e acurados para pelo menos os próximos três dias. Assim, os usuários, sejam eles pequenos citricultores de 5.000 plantas ou fazendas de até 5 milhões de plantas localizadas no parque citrícola paulista (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018), teriam tempo suficiente para planejar as ações e realizar as pulverizações preventivamente. A utilização de previsão meteorológica mais assertiva associada ao aumento ou manutenção da eficiência do controle da doença contribui para aumentar a aceitação do sistema de previsão pelos citricultores, principalmente nas grandes áreas, pois permite um melhor dimensionamento de máquinas e planejamento operacional (Gama et al., 2019).

Durante o florescimento nas duas safras do estudo, bem como no estudo realizado por Gama et al. (2019), apenas o orvalho e a neblina não foram suficientes para aumentar o molhamento ao ponto de o sistema emitir alertas de risco (moderado e alto) de ocorrência de podridão floral. Esses resultados evidenciam que em alguns municípios do sudoeste paulista, tais como Itapeva, Taquarituba, Iaras e Santa Cruz do Rio Pardo, os alertas de risco moderado e alto do sistema de previsão podem estar relacionados com a ocorrência de chuvas. Entretanto, vale ressaltar que, os resultados obtidos nesses locais não devem ser extrapolados para outras regiões, principalmente aquelas mais úmidas nas quais o molhamento pode ser superior ao observado nesse estudo na ausência de chuvas. No florescimento de 2018, o sistema de previsão estimou o risco de ocorrência de PFC durante o florescimento (agosto e setembro) para algumas regiões do estado de São Paulo onde estação meteorológica foram instaladas; entretanto, apenas no município de Capão Bonito, localizado no sudoeste paulista, que alertas de risco moderado foram enviados na ausência de chuvas durante o florescimento. Adicionalmente, florescimentos podem ocorrer em épocas mais úmidas do ano de forma que alertas sejam também emitidos na ausência de chuvas em outras regiões. Portanto, para a utilização do sistema com segurança, é recomendável que estações meteorológicas sejam instaladas na propriedade de forma a obter a condição meteorológica real nas diferentes épocas do ano.

Como conclusão, os resultados obtidos na região de Itapeva/SP, no sudoeste paulista, mostram que esse sistema de previsão pode ajudar o citricultor a controlar a podridão floral em pomares de diferentes variedades de laranja doce, de forma a reduzir os custos, direcionar as pulverizações para o momento correto e tornar o manejo da doença mais sustentável.



Referências

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. 2018. **Banco de dados** – citros. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/banco-de-dados-precos-medios-dos-hortifruticolas.aspx>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

FNP Consultoria & Comercio. 2017. Citros Laranja. In:_____. **Agriannual 2017**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 225-280

FNP Consultoria & Comercio. 2018. Citros Laranja. In:_____. **Agriannual 2018**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 233-288.

FNP Consultoria & Comercio. 2019. Citros Laranja. In:_____. **Agriannual 2019**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 225-288.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2018. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**: Retrato dos pomares em março de 2018. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/inventario-de-arvores-e-estimativa-2018.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

Gama, A.B., Silva-Junior, G.J., Peres, N.A., Edwards Molina, J.P., Lima, L.M., Amorim, L. 2019. A threshold-based decision-support system for fungicide applications provides cost-effective control of citrus postbloom fruit drop. **Plant Disease** (first look doi: 10.1094/PDIS-01-19-0068-RE).

Scapin, M.S., Behlau, F., Scandelai, L.H.M., Fernandes, R.S., Silva Junior, G.J., Ramos, H.H. 2015. Tree-row-volume-based sprays of copper bactericide for control of citrus canker. **Crop Protection** 77:119-126.

Silva Junior, G.J., Spósito, M.B., Marin, D.R., Amorim, L. 2014. Efficacy and timing of application of fungicides for control of citrus postbloom fruit drop. **Crop Protection** 59:51-56.

Silva Junior, G.J., Scapin, M.S., Silva, F.P., Silva, A.R.P., Behlau, F., Ramos, H.H. 2016. Spray volume and fungicide rates for citrus black spot control based on tree canopy volume. **Crop Protection** 85:38-45.



DESCRIÇÃO DE ISOLADOS DE *Xanthomonas citri* subsp. *citri* TOLERANTES AO COBRE E COMPARAÇÃO GENOTÍPICA COM ISOLADOS SENSÍVEIS E RESISTENTES

Tamiris Garcia da Silva Marin¹, Ana Laura Galvanin¹, Franklin Behlau¹
tamiris.silva@fundecitrus.com.br

¹Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara/SP

O cancro cítrico é uma das principais doenças da citricultura mundial e tem como agente causal a bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (*X. citri*). As principais consequências desta doença são desfolha de plantas, depreciação e queda prematura dos frutos, que resulta na redução da produção. A aplicação de bactericidas à base de cobre é a principal medida de controle do cancro cítrico em regiões onde a doença é endêmica. No entanto, esta medida pode levar ao desenvolvimento de isolados de *X. citri* resistentes ao cobre (Cu^R). A caracterização da sensibilidade ao cobre de isolados de *X. citri* provenientes de pomares de laranja do Paraná não revelou a existência de isolados Cu^R, mas tolerantes ao cobre (Cu^T). O objetivo deste trabalho foi comparar os determinantes genéticos que diferenciam os isolados Cu^T dos sensíveis (Cu^S) e Cu^R.

Os isolados de *X. citri* Cu^T foram obtidos no presente estudo. No total foram analisadas 47 amostras de folhas coletadas em 2011 e 2012 de pomares de laranja doce (*Citrus sinensis*) de diferentes variedades e idades, regularmente tratados com produtos à base de cobre. Cada amostra foi composta por 20 folhas maduras com lesões de cancro cítrico coletadas aleatoriamente em plantas de um talhão. Os isolados referência Cu^S e Cu^R foram obtidos de outras fontes ou estudos. No laboratório as folhas foram cortadas e colocadas em meio MGY líquido acrescido com sulfato de cobre pentahidratado. As suspensões obtidas foram diluídas e plaqueadas em meio de cultura semi-seletivo com cobre e sem cobre. Enquanto o meio com cobre foi usado para selecionar isolados de *X. citri* não sensíveis ao metal, o meio desprovido de cobre serviu para confirmar a presença e quantificar a população total de *X. citri* presente na suspensão. A identidade dos isolados de *X. citri* obtidos em meio MGY-KCC+Cu foi confirmada por teste de patogenicidade realizado por meio de infiltração de suspensão bacteriana na concentração de 10⁸ UFC/mL em folhas de laranja 'Hamlin' e por teste ELISA, utilizando fita imunológica (ImmunoStrip®, Agdia, Elkhart, EUA).

O nível de sensibilidade dos isolados Cu^T obtidos neste estudo de amostras do campo foi comparado em meio sólido com isolados padrões Cu^S 306 e FDC75 e Cu^R A44 e Xcc-10-4167. Para isso, colônias individuais dos isolados foram induzidas com objetivo de expressar os possíveis genes de resistência ou tolerância ao cobre dos isolados. Posteriormente, suspensões bacterianas foram transferidas sobre placas contendo meio MGY suplementado com diferentes concentrações de sulfato de cobre pentahidratado (25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450 e 500 mg/L). Os isolados foram classificados como Cu^S, Cu^T ou Cu^R ao cobre quando capazes de crescer em meio com <150, 150-200 e >200 mg sulfato de cobre pentahidratado/L, respectivamente.

Quatro isolados tolerantes ao cobre obtidos neste estudo foram utilizados na comparação genotípica com isolados referência Cu^S e Cu^R.

Para analisar o perfil plasmidial dos isolados foi realizada extração de DNA plasmidial.



Para isso, os isolados de *X. citri* foram inoculados em meio de cultura LP e após o crescimento bacteriano, as suspensões bacterianas foram ajustadas a aproximadamente 10^8 UFC/mL. Em seguida, as suspensões foram centrifugadas e o precipitado foi ressuscitado e centrifugado novamente. Ao precipitado foram adicionados tampão e solução de lise, seguido de homogeneização e incubação. Na sequência, foi realizada a adição de fenol/clorofórmio/álcool isoamílico, homogeneização até a formação de emulsão de cor branca e centrifugação em temperatura ambiente. A um novo tubo foram transferidos 50 μ L da camada aquosa superior. Para averiguar o perfil plasmidial foi realizada eletroforese em gel de agarose, corado com brometo de etídeo, e visualizado em transiluminador de luz ultravioleta e fotografado em sistema digital de fotodocumentação.

Para analisar a presença de genes de resistência a cobre, os isolados selecionados foram submetidos à extração de DNA bacteriano e à análise de PCR. *Primers* (oligonucleotídeos iniciadores) específicos para cada gene dos agrupamentos *copLAB* e *copABCD* foram utilizados, e desenhados com base nos isolados *X. citri* Cu^R A44 (Behlau et al., 2011) e LM199 (Richard et al., 2017), respectivamente. Estes dois isolados de *X. citri* foram utilizados como controles positivos para a presença destes genes e o isolado de *X. citri* Cu^S 306 como controle negativo para ausência dos genes.

Nos ensaios de conjugação os isolados mutantes resistentes a rifampicina e a espectinomicina (RE), Cu^S 306-RE, Cu^T FDC1666-RE e FDC1707-RE obtidos neste estudo foram utilizados como receptores e os isolados Cu^R A44 e LM199, e Cu^T FDC1666, FDC1705, FDC1707 e FDC1733 foram utilizados como doadores. Os isolados Cu^T foram utilizados como doadores e receptores, para avaliar a capacidade de transferência da tolerância ao isolado sensível ao cobre e a existência de efeito aditivo de genes de resistência ao cobre em isolados Cu^T transconjugantes, respectivamente. Os isolados foram cultivados conjuntamente e avaliados. Em seguida, foi determinada a frequência de conjugação por meio da razão entre o número de UFC transconjugantes obtidas e a população total do isolado receptor.

Com o objetivo de comparar as sequências nucleotídicas do grupo de genes *cohLAB* entre os isolados estudados, os mesmos foram submetidos à análise de PCR e sequenciamento com os *primers* dos genes *cohLAB*. Cada análise de PCR, reação de sequenciamento e análise das sequências foram realizadas em triplicata, para cada isolado.

Para analisar o nível de expressão dos genes *coh*, os isolados foram previamente cultivados em meio de cultura líquido LP, sem e com adição de sulfato de cobre, e submetidos a extração de RNA e convertidos em cDNA. As análises de RT-qPCR foram realizadas utilizando *primers* para cada um dos genes *cohL*, *cohA* e *cohB*. A expressão relativa dos genes na presença e ausência de cobre foi calculada usando a fórmula $2^{-\Delta\Delta CT}$ e determinada por RQ (quantificação relativa). Para cada um dos três genes foram realizados três ensaios e cada ensaio com três repetições técnicas (leitura de Ct da mesma amostra).

Dos 47 talhões avaliados 6 resultaram no isolamento de *X. citri* não sensíveis ao cobre, estes isolados apresentaram nível intermediário de sensibilidade ao metal e, por isso, foram denominados de Cu^T. Enquanto os isolados Cu^S e Cu^R utilizados como controles foram capazes de crescer em uma concentração máxima de 125 e 400 a 500 mg/L de sulfato de cobre, respectivamente, os isolados Cu^T recém descritos cresceram até 150-200 mg/L (Figura 1).

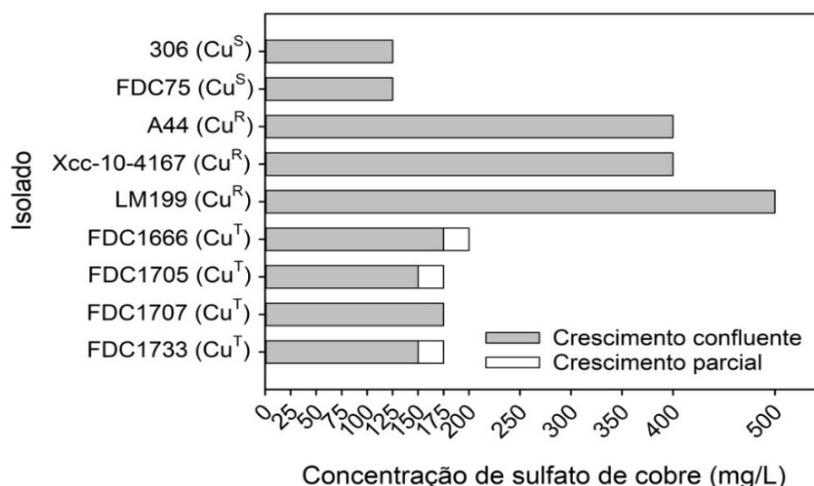


Figura 1. Crescimento de isolados de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* sensíveis (Cu^S), tolerantes (Cu^T) e resistentes (Cu^R) ao cobre em meio de cultura sólido MGY suplementado com diferentes concentrações de sulfato de cobre pentahidratado. Crescimento confluyente indica um efeito homogêneo e cobertura completa do local onde a suspensão bacteriana foi depositada; crescimento parcial indica que algum crescimento foi observado, mas não uniforme ou forte como referência (crescimento bacteriano de cada linhagem em meio sem cobre).

Para o perfil plasmidial os isolados Cu^R utilizados como controles apresentaram um plasmídeo grande, com tamanho de $\sim \geq 200$ kpb. No entanto, para os isolados Cu^T e Cu^S não foram detectados plasmídeos grandes, que normalmente abrigam os genes de resistência ao cobre em *Xanthomonas*, contudo, apresentaram de um a três plasmídeos pequenos ou médios com tamanhos entre 33 e 99 kpb.

Enquanto que para os isolados Cu^R utilizados como controles positivos ocorreu amplificação para cada um dos genes de resistência dos agrupamentos gênicos *copLAB* ou *copABCD*, para os isolados Cu^S e Cu^T não foram obtidos produtos de PCR para os *primers* testados.

Diferentemente do fenótipo de resistência, o fenótipo de tolerância ao cobre não foi transferido a isolados Cu^S por conjugação. Assim como os isolados Cu^S, os Cu^T também foram capazes de adquirir o fenótipo de resistência. A frequência de conjugação dos genes de resistência dos isolados Cu^R para os Cu^S e Cu^T variou de $8,5 \times 10^{-7}$ a $1,9 \times 10^{-3}$ células transconjugantes por célula receptora.

Todos os isolados transconjugantes apresentaram o fenótipo de resistência. No entanto, enquanto o nível de resistência dos transconjugantes com receptor Cu^T foi similar ao isolado doador Cu^R, a resistência de transconjugantes com receptor Cu^S foi inferior àquela do isolado doador (Figura 2).

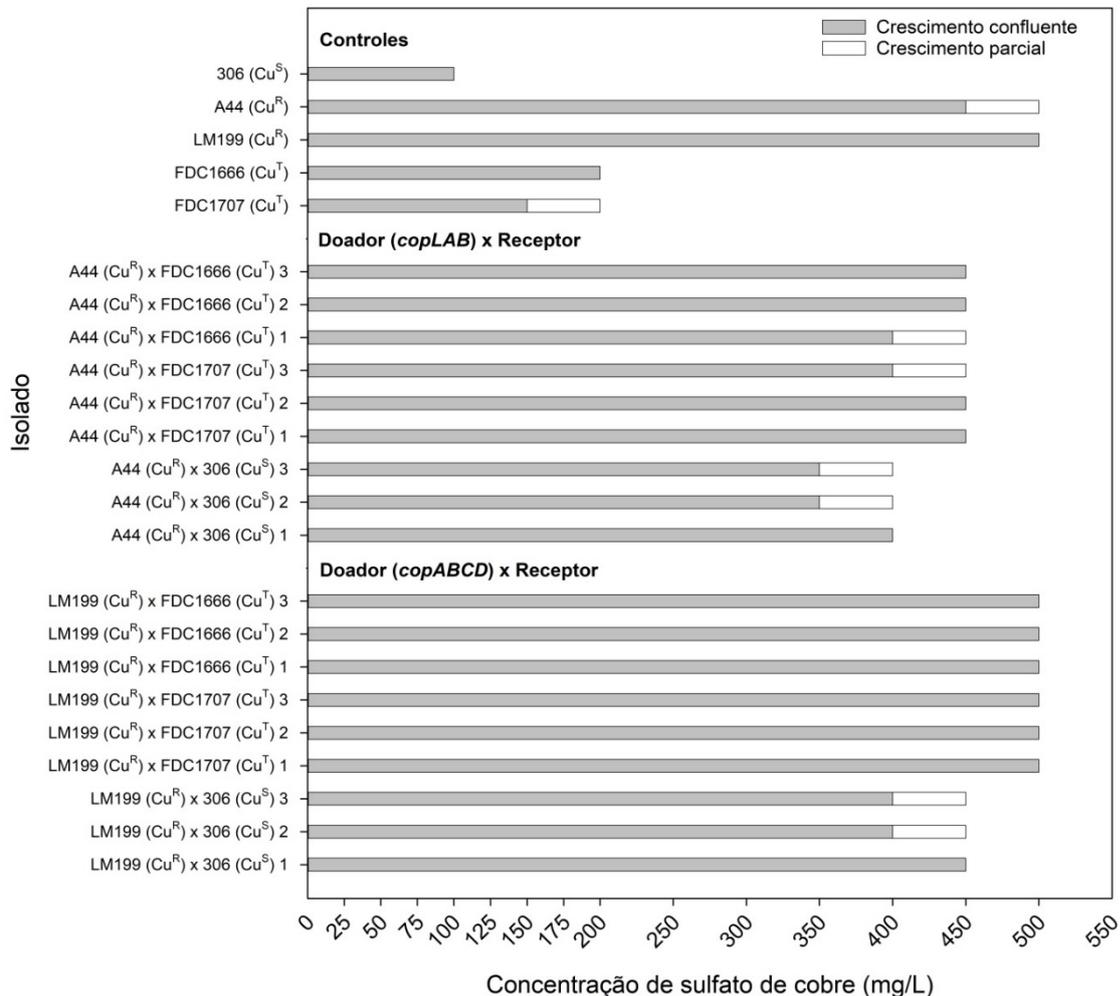


Figura 2. Crescimento de isolados de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* transconjugantes e os isolados controle sensível (Cu^S), tolerante (Cu^T) e resistente (Cu^R) ao cobre em meio de cultura MGY ágar suplementado com diferentes concentrações de sulfato de cobre pentahidratado. Os números de 1 a 3 no eixo y indicam diferentes repetições de transconjugantes da mesma conjugação.

O agrupamento gênico *cohLAB*, com tamanho de 3398 pb, foi amplificado em todos os isolados de *Xanthomonas* avaliados. O alinhamento e comparação da sequência de nucleotídeos destes genes revelaram 100% de similaridade entre todos os isolados, independentemente do fenótipo de sensibilidade ao cobre. No entanto, todos os isolados Cu^T, mas não Cu^S ou Cu^R, apresentaram um aumento significativo (RQ > 2) na expressão dos genes *cohA* e *cohB* na presença de cobre. Enquanto a expressão relativa do gene *cohL* em Cu^T não aumentou significativamente, a expressão de *cohA* e *cohB* foi, em média, 2,5 e 3,0 vezes maior, respectivamente, para os isolados Cu^T em comparação com os isolados Cu^S na presença do metal (Figura 3).

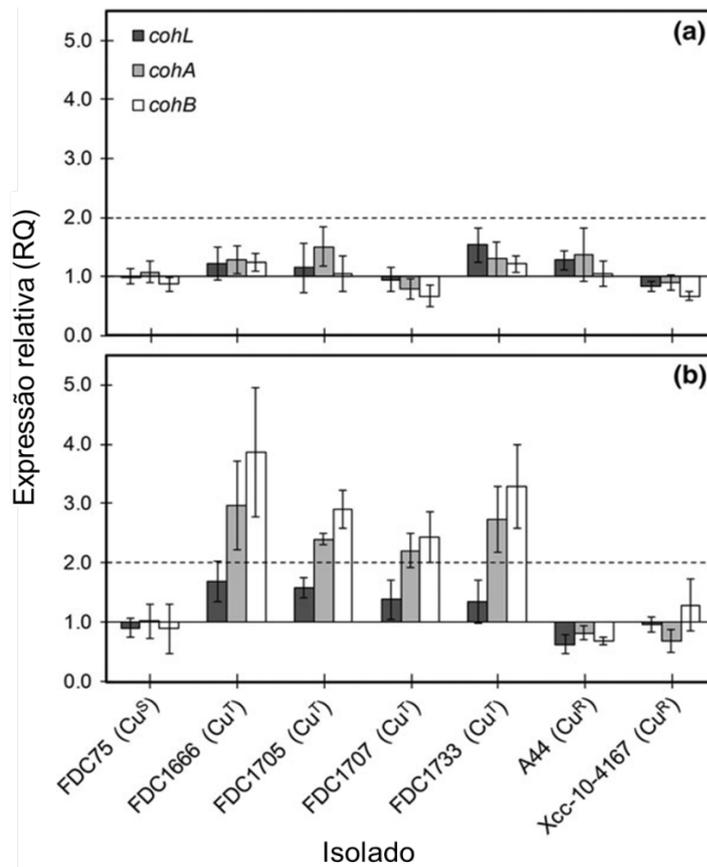


Figura 3. Expressão relativa dos genes *cohL*, *cohA* e *cohB* de isolados de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* sensíveis (Cu^S), tolerantes (Cu^T) e resistentes (Cu^R) ao cobre em comparação com o isolado Cu^S referência *X. citri* 306 em meio líquido sem (a) e com (b) adição de sulfato de cobre pentahidratado. A linha pontilhada indica o nível mínimo significativo do aumento da expressão gênica (>2). RQ = 1±1 indica que não há alteração significativa na expressão relativa. Barras de erro indicam o erro padrão médio de três experimentos independentes.



A análise conjunta dos experimentos conduzidos no presente estudo possibilitou a diferenciação dos isolados Cu^T em relação aos isolados Cu^S e Cu^R (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação de isolados de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* sensíveis, tolerantes e resistentes ao cobre.

| Característica | Fenótipo | | |
|---|-----------------|-----------|------------|
| | Sensível | Tolerante | Resistente |
| Concentração máxima de cobre suportada (mg/L) ^a | ≤125 | 150 a 200 | 400 a 500 |
| Agrupamento gênico <i>copLAB</i> ou <i>copABCD</i> ^b | Ausente | Ausente | Presente |
| Presença de plasmídeo grande (≥200 kpb) | Não | Não | Sim |
| Conjugação do fenótipo | NA ^c | Não | Sim |
| Agrupamento gênico <i>cohLAB</i> | Presente | Presente | Presente |
| Expressão relativa de <i>cohL</i> ^d | NA | ~1 | ~1 |
| Expressão relativa de <i>cohA</i> ^d | NA | ~2 | ~1 |
| Expressão relativa de <i>cohB</i> ^d | NA | ~2 | ~1 |

^a Concentração de sulfato de cobre pentahidratado em meio agar MGY.

^b PCR baseado nos primers desenhados para os genes *copLAB* e *copABCD*.

^c NA, não aplicável.

^d Expressão de genes de *coh* em isolados Cu^T e Cu^R em comparação com isolados Cu^S: ~1 e ~2 não indicam diferença e expressão relativa duplicada, respectivamente.

Os isolados Cu^T diferiram dos outros isolados principalmente pela capacidade de desenvolver em concentrações intermediárias de cobre, por não apresentar os genes *cop*, e pela maior expressão dos genes *cohA* e *cohB*, quando expostos ao cobre. A caracterização de isolados padrões de referência para sensibilidade ou resistência ao cobre em estudos anteriores (Basim et al., 2005; Behlau et al., 2011) contribuiu para a descrição de isolados Cu^T no presente estudo. A maioria dos estudos relataram ou caracterizaram a sensibilidade de isolados ao cobre de forma binária, ou seja, Cu^R ou Cu^S. Além disso, isolados Cu^S foram erroneamente classificadas como Cu^R (Teixeira et al., 2008) e isolados Cu^R foram referidos como Cu^T (Gochez et al., 2018). Uma explicação para essa desinformação pode ser que, em contraste com a resistência, que pode ser avaliada pela presença de genes específicos e o crescimento bacteriano em meio contendo altas concentrações de cobre, a tolerância é mais difícil de ser caracterizada devido à falta de um marcador genético forte ou evidente, como discutido por Brauner et al. (2016) e demonstrado no presente estudo. Além disso, a existência de genes homólogos no cromossomo aos genes de resistência ao cobre (Behlau et al., 2011) e ajustes do pH do meio com tampão fosfato de potássio, que foi mostrado pode reduzir a concentração real de íons cobre disponível no meio (Olson & Jones, 1983), levou a uma caracterização equivocada da sensibilidade ao cobre em isolados de *Xanthomonas* (Teixeira et al., 2008).

Os resultados obtidos neste estudo indicam que os isolados Cu^T não são precursores de isolados Cu^R, os quais dependem da presença de genes específicos que conferem tal fenótipo, tampouco representam uma ameaça à sustentabilidade do uso de bactericidas à base de cobre para o manejo do cancro cítrico nos pomares. A correta identificação e diferenciação destes dois fenótipos é importante para o correto monitoramento da distribuição dos isolados Cu^R e adoção



de medidas de contenção.

Referências

Basim, H., Minsavage, G.V., Stall, R.E., Wang, J.F., Shanker, S., Jones, J.B. 2005. Characterization of a unique chromosomal copper resistance gene cluster from *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. **Applied and Environmental Microbiology** 71:8284–8291.

Behlau, F., Canteros, B.I., Minsavage, G.V., Jones, J.B., Graham, J.H. 2011. Molecular characterization of copper resistance genes from *Xanthomonas citri* subsp. *citri* and *Xanthomonas alfae* subsp. *citrumelonis*. **Applied and Environmental Microbiology** 77: 4089–4096.

Brauner, A., Fridman, O., Gefen, O., Balaban, N.Q. 2016. Distinguishing between resistance, tolerance and persistence to antibiotic treatment. **Nature Reviews Microbiology** 14:320–330.

Gochez, A.M., Huguet-Tapia, J.C., Minsavage, G.V., Shantaraj, D., Jalan, N., Strauß, A., Lahaye, T., Wang, N., Canteros, B.I., Jones, J.B., Potnis, N. 2018. Pacbio sequencing of copper-tolerant *Xanthomonas citri* reveals presence of a chimeric plasmid structure and provides insights into re-assortment and shuffling of transcription activator-like effectors among *X. citri* strains. **BMC Genomics** 16–19.

Olson, B.D., Jones, A.L., 1983. Reduction of *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum* on Montmorency sour cherry with copper and the dynamics of the copper residue. **Phytopathology** 73:1520–1525.

Richard, D., Ravigné, V., Rieux, A., Facon, B., Boyer, C., Boyer, K., Grygiel P., Javegny S., Terville M., Canteros B.I., Robène I., Vernière C., Chabirand A., Pruvost O., Lefeuvre P. 2017. Adaptation of genetically monomorphic bacteria: evolution of copper resistance through multiple horizontal gene transfers of complex and versatile mobile genetic elements. **Molecular Ecology** 26:2131–2149.

Teixeira, E.C., Franco, J.C.O., Marques Novo, M.T., Bertolini, M.C. 2008. The copper resistance operon *copAB* from *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*: gene inactivation results in copper sensitivity. **Microbiology** 154(2):402–412.



REDUÇÃO DO INTERVALO DE APLICAÇÃO E ADEQUAÇÃO DA DOSE DE COBRE NO CONTROLE DO CANCRO CITRICO

Diego Henrique Ferreira¹, Franklin Behlau²
dhferreir@gmail.com

¹ ALLPLANT Ind. e Com. de Fertilizantes Ltda., Barretos/SP

² Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara/SP

O cancro cítrico, causado por *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (*X. citri*) é uma importante doença na citricultura. Os sintomas ocorrem em folhas, ramos e frutos na forma de lesões marrons levemente salientes envoltas por um halo amarelado. Frutos infectados prematuramente, com diâmetro entre 10 e 40 mm, geralmente apresentam lesões maiores que levam à queda precoce. Frutos infectados quando apresentam maiores diâmetros, entre 40 a 50 mm, desenvolvem lesões menores, e por isso, tem maior probabilidade de permanecer na planta até a colheita. Se por um lado a queda de frutos gera perda de produção, por outro, a permanência de frutos sintomáticos na planta até a colheita inviabiliza o comércio *in natura* desses frutos.

O principal método de controle da doença é a aplicação frequente de bactericidas à base de cobre para formar e repor uma camada protetora na superfície da planta e prevenir a infecção dos tecidos. Essas aplicações de cobre devem ser realizadas quando a planta apresenta tecidos suscetíveis e as condições climáticas são favoráveis ao patógeno. Além disso, o número de aplicações depende da variedade de citros e associação a outras técnicas de manejo que podem reduzir a pressão de inóculo. O intervalo de aplicação é um fator importante no manejo do cancro cítrico, pois intervalos maiores deixam os tecidos desprotegidos por mais tempo e intervalos muito reduzidos podem onerar significativamente a produção.

São considerados adequados para o controle do cancro cítrico intervalos de aplicação entre 14 e 21 dias. Intervalos maiores que estes não apresentam controle satisfatório e intervalos menores não são viáveis economicamente visto que o maior custo do tratamento está associado à parte operacional. Dessa forma, com o aumento expressivo do custo de produção novos estudos estão sendo conduzidos na busca da adequação da dose de cobre e volume de calda por metro cúbico de copa (m³). Doses de cobre entre 40 e 50 mg/m³ até a dose máxima de 1 kg/ha são consideradas adequadas para o controle da doença e podem ser utilizadas com segurança. Além da quantidade de cobre, também é importante o volume de calda aplicado que deve variar entre 40 e 70 mL/m³ desde que se garanta a quantidade de cobre e a cobertura interna mínima de 30% (Scapin et al., 2015).

Além do cancro cítrico, outras pragas e doenças de importância na cultura dos citros exigem aplicações frequentes de agrotóxicos para seu controle. O Huanglongbing (HLB) e a mancha-preta-dos-citros (*Phyllosticta citricarpa* Kiely) exigem aplicações de inseticidas para o controle do vetor e fungicidas protetores e sistêmicos, respectivamente. Dessa forma, uma das maneiras de reduzir os custos de produção é sincronizar os intervalos de aplicação e volume de calda para controlar as diferentes doenças. Além da redução do custo operacional essa sincronização também permite a otimização do uso de máquinas e equipamentos. Assim, considerando



a necessidade de pulverizações cada vez mais frequentes e de conciliação do manejo de diversas doenças e pragas, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da redução do intervalo e adequação da dose de cobre para o controle de cancro cítrico em pomar jovem de laranja 'Pera' com ocorrência endêmica da doença.

O presente trabalho foi conduzido no município de Paranavaí, região Noroeste do Estado do Paraná, com latitude 22° 44' S, longitude 52° 31' W e altitude de 520 m, em pomar jovem de laranja doce cultivar 'Pera Rio' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], enxertado sobre limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e plantado em espaçamento 6,5 m x 2,5 m (615 plantas/ha). O experimento foi iniciado em agosto de 2014, quando as plantas tinham um ano e dez meses de idade e foi conduzido por duas safras subsequentes até agosto de 2016. O volume de copa por planta foi obtido através da multiplicação da altura, largura e distância entre plantas na linha, e número de plantas existentes em um hectare. A determinação do volume de copa das plantas foi estimada a partir de 10 plantas aleatórias do talhão em julho e dezembro de cada ano. No primeiro ano, os volumes médios calculados foram 7,7 m³/planta (4.735 m³/ha) e 10,5 m³/planta (6.458 m³/ha) nos meses de julho e dezembro, respectivamente. No segundo ano, os volumes de copa calculados foram 11 m³/planta (6.765 m³/ha) em julho e 21 m³/planta (12.915 m³/ha) em dezembro.

Os tratamentos avaliados (Tabela 1) foram estabelecidos com base nas doses aplicadas por citricultores do Paraná e trabalhos anteriores (Graham et al., 2006; Behlau et al., 2010) para o controle da doença em aplicações realizadas a cada 21 dias. Para aplicações realizadas em intervalos de 14 dias as doses de cobre também foram reduzidas. As doses de cobre, usualmente recomendadas em gramas por 100 litros foram ajustadas para mg/m³, seguindo a tendência recente de ajuste da dose de ingrediente ativo por volume de copa (Scapin et al., 2015; Silva Junior et al., 2016) (Tabela 1). As doses e intervalos selecionados foram avaliados utilizando um produto comercial a base de oxiclreto de cobre (Difere, 35% de cobre metálico, Oxiquímica, Jaboticabal) e outro a base de óxido cuproso (Redshield, 75% de cobre metálico, Agrovant Comércio de Produtos Agrícolas Ltda, Jaboticabal) (Tabela 1).



Tabela 1. Formulações, fonte, doses, intervalo de aplicação, número de aplicações e quantidade de cobre por ano avaliados para o controle de cancro cítrico em Paranavaí, PR nas safras 2014/15 e 2015/16.

| Produto Comercial | Fonte de cobre | Dose | | Intervalo de aplicação (dias) | No. aplicações /ano | Quantidade de cobre metálico (mg/m ³ /ano) |
|-------------------|---------------------|---------------------------|--|-------------------------------|---------------------|---|
| | | (g cobre metálico /100 L) | (mg cobre metálico / m ³ de copa) | | | |
| Testemunha | - | 0 | 0 | - | | |
| Redshield | OxCu ^a | 90 | 63 | 21 | 10 | 630,0 |
| Redshield | OxCu | 60 | 42 | 21 | 10 | 420,0 |
| Redshield | OxCu | 30 | 21 | 21 | 10 | 210,0 |
| Redshield | OxCu | 45 | 32 | 14 | 15 | 472,5 |
| Redshield | OxCu | 30 | 21 | 14 | 15 | 315,0 |
| Redshield | OxCu | 15 | 10 | 14 | 15 | 157,5 |
| Difere | OxClCu ^b | 90 | 63 | 21 | 10 | 630,0 |
| Difere | OxClCu | 60 | 42 | 21 | 10 | 420,0 |
| Difere | OxClCu | 30 | 21 | 21 | 10 | 210,0 |
| Difere | OxClCu | 45 | 32 | 14 | 15 | 472,5 |
| Difere | OxClCu | 30 | 21 | 14 | 15 | 315,0 |
| Difere | OxClCu | 15 | 10 | 14 | 15 | 157,5 |

^a OxCu, óxido cuproso; ^b OxClCu, Oxicloreto de cobre.

As aplicações de cobre foram iniciadas a partir do final de agosto em ambas a safras, durante a queda de pétalas. Essas pulverizações eram repetidas em intervalos de 14 ou 21 dias dependendo do tratamento e plantas não tratadas serviram como testemunha. Para a realização dessas aplicações foi utilizado um pulverizador de 4000 litros (Guliver 4000, FMCopling, Araraquara) e um trator 75 CV (5075E, John Deere, Ribeirão Preto). O volume de calda foi estabelecido em 70 mL/m³ de copa baseado em trabalho anterior (Scapin et al., 2015). O volume de copa das plantas do experimento foi estimado duas vezes por ano, uma no início das pulverizações e outra no mês de dezembro (Tabela 2). A partir dos volumes das plantas foram ajustadas a vazão por hectare, tipo de bico, número de bicos abertos e a pressão, para que se mantivesse o volume de calda estabelecido anteriormente (Tabela 2).



Tabela 2. Descrição dos volumes de copa apresentados pelas plantas durante os dois anos em que o experimento foi conduzido, volume de calda aplicado, quantidade de pontas na barra de pulverização, tipos de pontas utilizados na barra de pulverização e pressão de trabalho do pulverizador.

| | | Safrá 2014/15 | | Safrá 2015/16 | |
|--------------------|-----------------------|---------------|----------|---------------|----------|
| | | Jul/14 | Dez/14 | Jul/15 | Dez/15 |
| Volume da copa | (m ³ /pl.) | 7,7 | 10,5 | 11,0 | 21,0 |
| Volume de calda | (mL/m ³) | 70 | 70 | 70 | 70 |
| | (L/pl.) | 0,54 | 0,74 | 0,77 | 1,47 |
| | (L/ha) | 330 | 452 | 474 | 905 |
| Faixa de aplicação | (m) | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| Velocidade | (km/h) | 5,4 | 5,4 | 5,6 | 5,6 |
| Nº de pontas | | 10 | 12 | 12 | 24 |
| Volume Barra | (L/min) | 19,3 | 26,5 | 28,7 | 54,8 |
| Volume/ponta | (L/min) | 1,93 | 2,20 | 2,39 | 2,28 |
| Ponta | | AD4/AC25 | AD4/AC25 | AD4/AC25 | AD4/AC25 |
| Pressão | (psi) | 129 | 168 | 199 | 188 |

Treze tratamentos com quatro repetições cada foram distribuídos de maneira inteiramente casualizada na área. Cada parcela foi composta por cinco plantas seguidas na linha de plantio, no entanto, apenas as três centrais foram avaliadas e as duas laterais serviram como bordadura. Da mesma forma, entre as linhas onde foram marcadas as parcelas foi mantida uma linha sem pulverização como bordadura para evitar contaminação entre os tratamentos. Mensalmente, de setembro a maio de cada safra, foi avaliada a incidência da doença em folhas de ramos em fase V7 (ramos com folhas maduras, coloração verde escura e totalmente expandida). A avaliação foi realizada dividindo a planta em quadrantes e observando a incidência de cancro cítrico em um ramo por quadrante na parte mediana da planta (Behlau et al., 2017). Em cada ramo avaliado foram contadas a quantidade de folhas sintomáticas e total, e estas informações foram utilizadas para a determinação da incidência de folhas com cancro cítrico e cálculo da área abaixo da curva de progresso de incidência (AACPI) da doença (Madden et al., 2007).

A partir do início da queda de frutos (dezembro), foram iniciadas as avaliações de frutos caídos com a presença de lesões de cancro cítrico em intervalos de 15 a 30 dias até a colheita. A produção média das plantas de cada tratamento foi obtida pela colheita e pesagem de todos os frutos da parcela útil e dividido pelo número de plantas. Uma amostra de 100 frutos por parcela



foi utilizada para a determinação da incidência, em porcentagem, de frutos com cancro cítrico que permanecem na planta até a colheita e o peso médio dos frutos. O percentual de perda por cancro cítrico foi determinado pela proporção do número de frutos caídos com a doença em relação ao número total de frutos da planta (colhidos + caídos). O número de frutos colhidos por planta foi estimado pela divisão da produtividade de cada planta em quilos pelo peso médio dos frutos da parcela (Behlau et al., 2017). Os dados foram transformados em $\log(x+0,5)$ e o programa estatístico Agroestat foi empregado para a análise de variância dos dados e comparação das médias dos tratamentos. A comparação das médias foi feita pelo teste de Scott-Knott e teste t ($P < 0,05$).

A análise econômica dos tratamentos foi realizada considerando a prevenção de em R\$/ha obtida com os diferentes tratamentos avaliados. Para isso, foi quantificada a perda de produção em função da queda de frutos pelo cancro cítrico e calculado o valor, em reais, que estas perdas representaram considerando o preço da caixa de 40,8 kg de laranja de R\$ 10,65 (FNP Consultoria & Comércio, 2016). O custo da aplicação de cada tratamento foi baseado no custo operacional composto pelo custo hora/homem (R\$ 7,66/h) e hora/máquina (R\$ 109,42/h) (FNP Consultoria & Comércio, 2016) e os custos com cobre (R\$ 29,70/kg de cobre metálico) foram baseados na quantidade de cobre metálico aplicados por hectare em cada tratamento e nos preços praticados na região de Paranaíba, PR, no período de estudo.

As duas safras estudadas, 2014/15 e 2015/16, apresentaram chuvas acima da média histórica e, portanto, condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença. Considerando os diferentes tratamentos e a variação no volume de copa entre as safras as plantas receberam entre 0,8 e 6,2 kg/ha/ano de cobre metálico. Todos os tratamentos com cobre reduziram significativamente a área abaixo da curva de progresso da incidência da doença (AACPI) em folhas quando comparados à testemunha, independentemente da formulação, dose e intervalo de aplicação (Figura 1).

Em ambas as safras estudadas, plantas tratadas com doses superiores a 32 mg/m³ de cobre metálico apresentaram menor incidência de frutos sintomáticos na colheita, independentemente do intervalo de aplicação. Pulverizações com 21 mg/m³ de cobre metálico a cada 14 dias também diferiram da testemunha em relação à porcentagem de frutos colhidos com sintoma. Porém, na formulação com óxido cuproso (OxCu) na primeira safra apresentou porcentagem de frutos colhidos com cancro cítrico igual às plantas não tratadas. Essa mesma dose, aplicada a cada 21 dias não diferiram das plantas não pulverizadas em ambas as formulações. Na primeira safra plantas que não receberam pulverizações com cobre apresentaram incidência média de frutos sintomáticos na colheita de 57,1%. Em plantas pulverizadas com 32 mg/m³ de oxicloreto de cobre (OxCu) em intervalos de 14 dias a incidência média foi de 31,1%. Na segunda safra a incidência média de frutos com cancro cítrico nas plantas não pulverizadas com cobre foi de 54,2%. Em contrapartida, nesta safra os tratamentos com cobre apresentaram incidência de cancro em frutos na colheita abaixo de 37,3% (Figura 2).

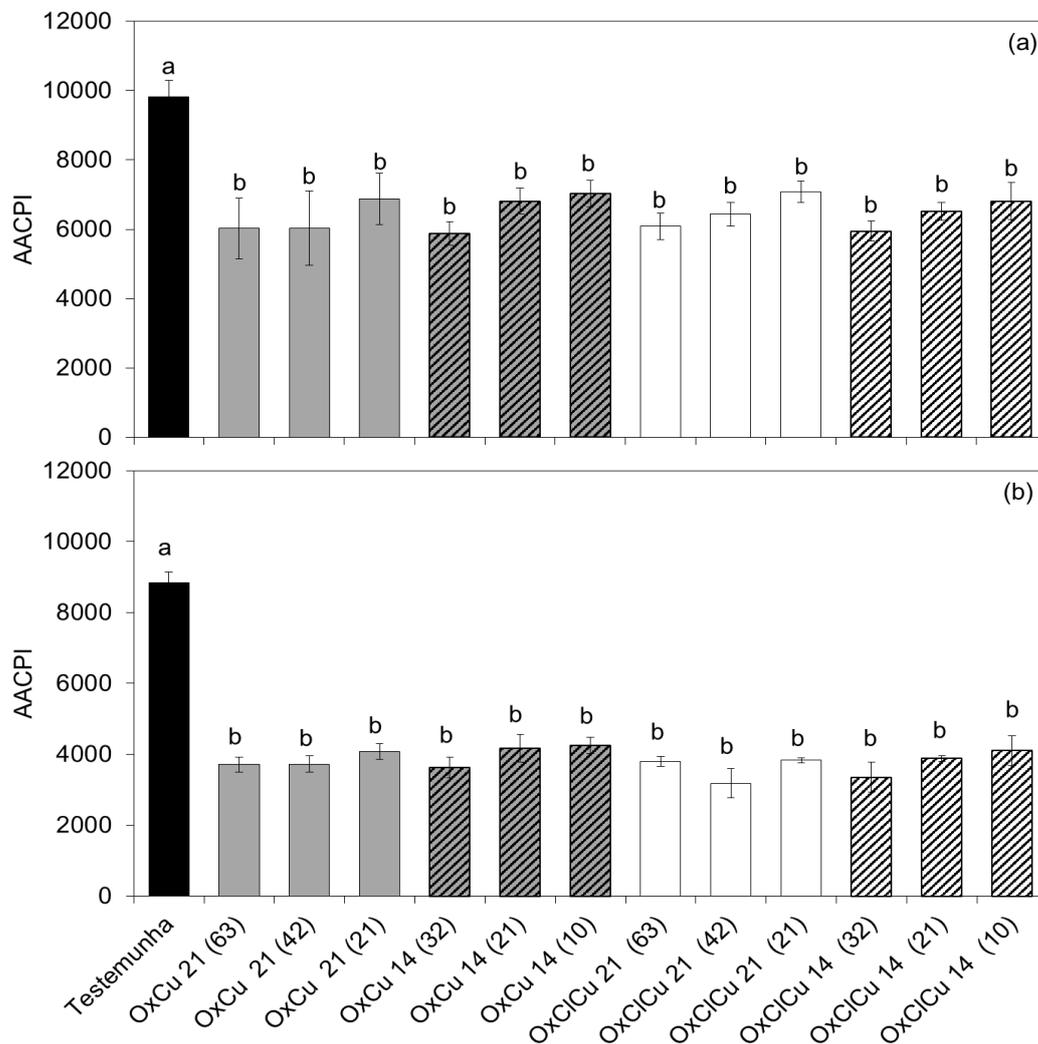


Figura 1. Área abaixo da curva de progresso de incidência (AACPI) de cancro cítrico em folhas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso (OxCu) e oxicloreto de cobre (OxClCu) nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). Números subsequentes às indicações de formulações representam o intervalo de aplicação, em dias, e a dose de cobre metálico/m³ de copa, respectivamente. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott 5%. Análise realizada após transformação $\log(x + 0,5)$ dos dados. Barras de erro indicam o erro padrão da média.

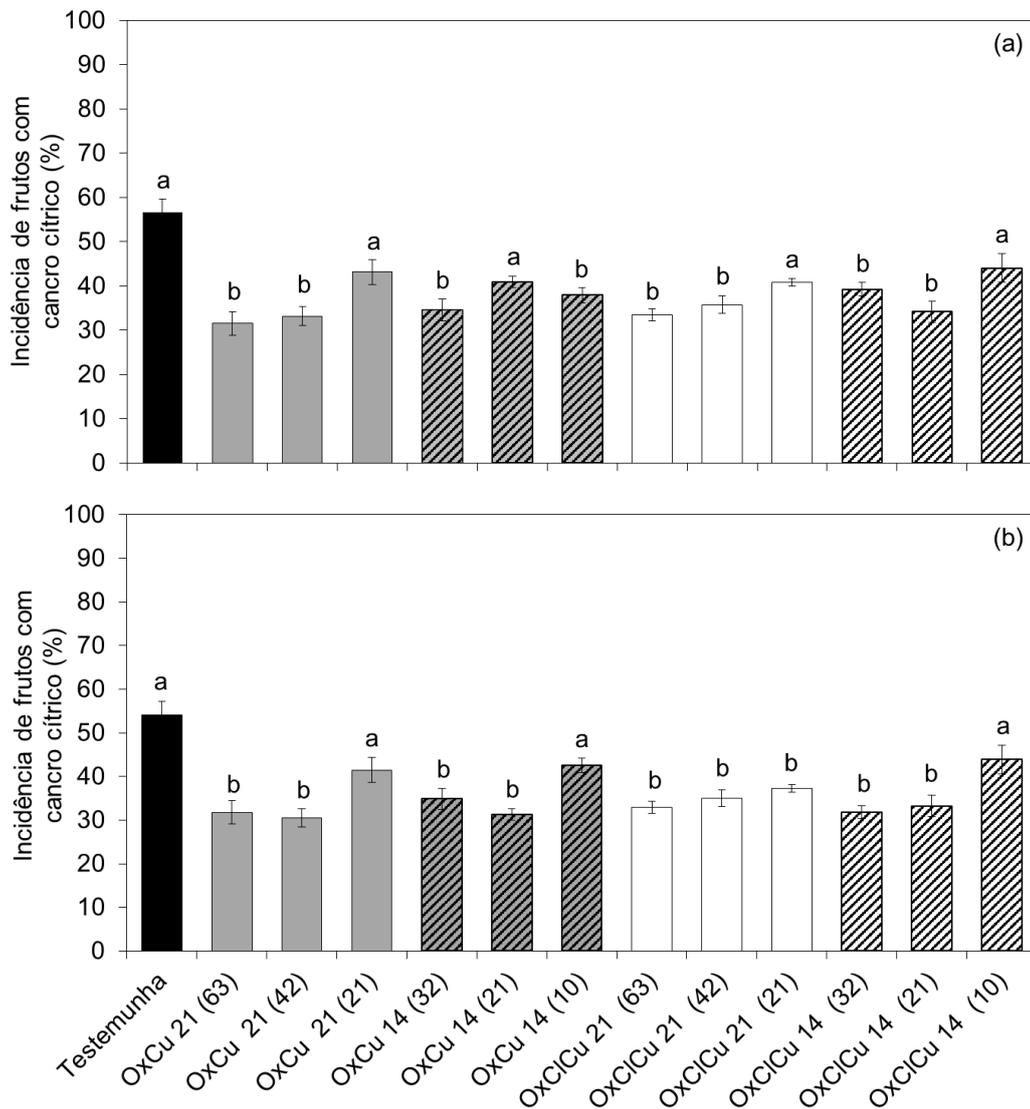


Figura 2. Incidência de frutos com cancro cítrico na colheita em plantas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso (OxCu) e oxicloreto de cobre (OxClCu) nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). Números subsequentes às indicações de formulações representam o intervalo de aplicação, em dias, e a dose de cobre metálico/m³ de copa, respectivamente. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott 5%. Análise realizada após transformação $\log(x + 0,5)$ dos dados. Barras de erro indicam o erro padrão da média.

A queda de frutos teve início no mês de dezembro em ambas as safras estudadas, e todos os tratamentos com cobre diferiram da testemunha na quantidade de frutos caídos. As maiores doses de cobre aplicadas, para ambos os intervalos e fontes utilizadas, apresentaram menor queda de frutos provocadas por cancro cítrico nas duas safras estudadas. Em intervalos de 21 dias, aplicações de 63 e 42 mg/m³ apresentaram menor queda de frutos em relação àquelas tratadas com 21 mg/m³ e naquelas pulverizadas em intervalos de 14 dias a queda foi menor no tratamento com 32 mg/m³ em relação às doses menores avaliadas (Figura 3).

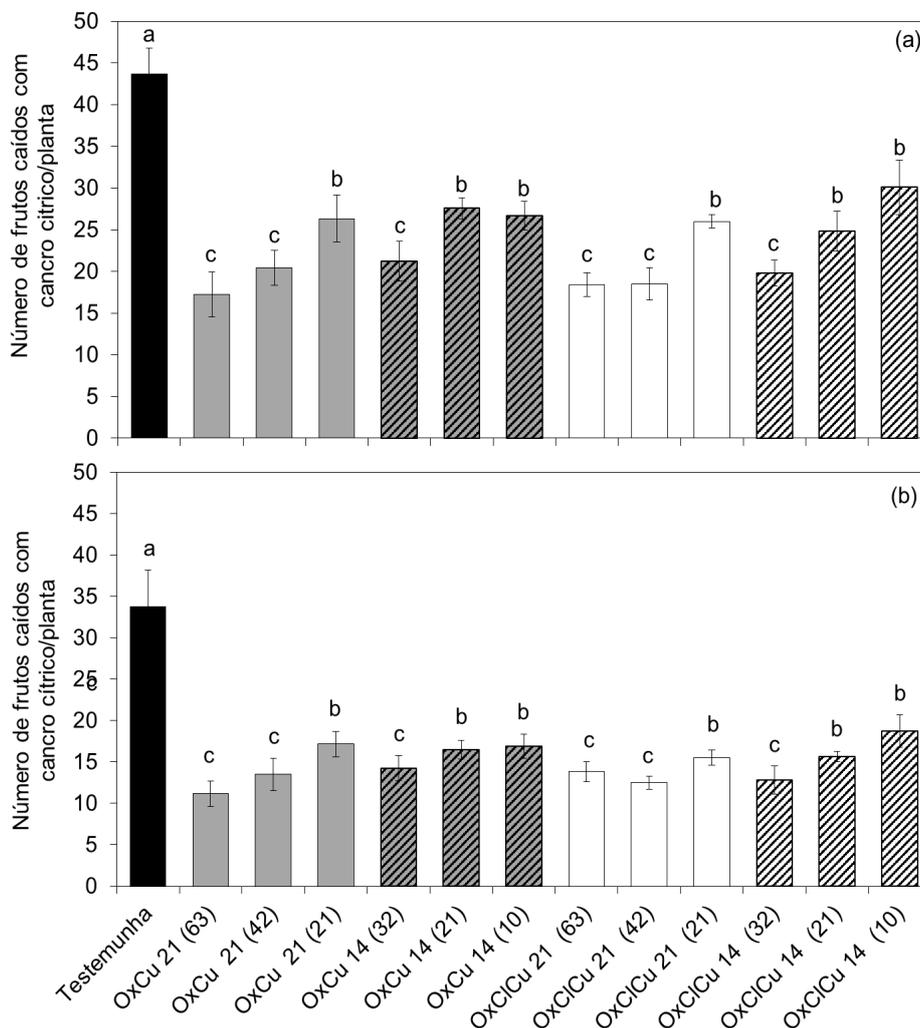


Figura 3. Número acumulado de frutos com cancro cítrico até colheita em plantas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso (OxCu) e oxiclreto de cobre (OxClCu) nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). Números subsequentes às indicações de formulações representam o intervalo de aplicação, em dias, e a dose de cobre metálico/m³ de copa, respectivamente. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott 5%. Análise realizada após transformação log(x + 0,5) dos dados. Barras de erro indicam o erro padrão da média.

A redução do intervalo de aplicação de bactericida cúprico para o controle do cancro cítrico não melhorou significativamente o controle da doença. De forma geral não houve diferença significativa entre as doses de 32 mg/m³ a cada 14 dias e 42 mg/m³ a cada 21 dias sugerindo que essas duas doses podem ser usadas nos respectivos intervalos. Desta forma, o intervalo de 14 dias também pode ser utilizado para a integração com outras estratégias de manejo de pragas e doenças como *Diaphorina citri* vetor do HLB, que exige muitas vezes intervalos de aplicação de 14 dias.



Todos os tratamentos pulverizados a cada 21 dias obtiveram melhor retorno econômico no controle da doença quando comparados àqueles pulverizados a cada 14 dias. Dessa forma, a redução do intervalo de aplicação para 14 dias considerando apenas o controle do cancro cítrico não é justificável pois aumenta sem retornos econômicos o custo do tratamento. Porém, quando ao considerar também o controle de outras doenças que necessitam de aplicações em intervalos reduzidos como o HLB, pulverizações de cobre a cada 14 dias se tornam viáveis. Além disso, pulverizações de cobre sincronizadas com controle de outras pragas e doenças resultaram em redução do número de aplicações. Essa sincronia nas pulverizações pode gerar importante economia no custo operacional.

O presente estudo demonstrou que o intervalo de aplicação de cobre para o controle de cancro cítrico pode ser ajustado, visando a sincronização com as demais aplicações para controle de outras pragas e doenças. Esta possibilidade se torna mais sustentável quando a diminuição do intervalo de aplicação está associada a redução da dose de cobre, evitando desta forma, um aumento na quantidade do cobre aplicado ao longo do período de proteção.

Referências

Behlau, F., Belasque Junior, J., Graham, J.H., Leite Junior, R.P. 2010. Effect of frequency of copper applications on control of citrus canker and the yield of young bearing sweet orange trees. **Crop Protection** 29:300-305.

Behlau, F., Scandelai, L.H.M., Silva Junior, G.J., Lanza, F.E. 2017. Soluble and insoluble copper formulations and metallic copper rate for control of citrus canker on sweet orange trees. **Crop Protection** 94:185-191.

Graham, J.H., Gottwald T.R., Leite, R.P. 2006. Prospects for control of citrus canker with novel chemical compounds. **Proc. Fla. State Hortic. Soc.** 119:82-88.

Madden L.V., Hughes G., van de Bosch, F. 2007. The study of plant disease epidemics. **The American Phytopathology Society**. Saint Paul, Minnesota, USA.

Scapin, M.S., Behlau, F., Scandelai, L.H.M., Fernandes, R.S., Silva Junior, G.J., Ramos, H.H. 2015. Tree-row-volume-based sprays of copper bactericide for control of citrus canker. **Crop Protection** 77:119-126.

Silva Junior, G. J., Scapin, M. S., Silva, F. P., Silva, A. R. P., Behlau, F., Ramos, H. H. 2016. Spray volume and fungicide rates for citrus black spot control based on tree canopy volume. **Crop Protection** 85: 38-45.



BACTERICIDAS ALTERNATIVOS E REDUÇÃO DE TEMPO DE EXPOSIÇÃO PARA A DESCONTAMINAÇÃO DE FRUTOS DE CITROS EM PÓS-COLHEITA CONTRA *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, AGENTE CAUSAL DO CANCRO CÍTRICO

Alexandre Paloschi¹, Tamiris Garcia da Silva², Talita Alves dos Santos², Franklin Behlau²
alexandre.paloschi@cda.sp.gov.br

¹Coordenadoria de Defesa Agropecuária – CDA, Catanduva, SP

²Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara, SP

O cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (Xcc), é uma das doenças mais importantes da citricultura mundial por reduzir a produtividade das plantas afetadas pela desfolha e pela queda prematura dos frutos (Behlau & Belasque, 2014). Além disso, as lesões de cancro cítrico depreciam a aparência do fruto e restringem sua comercialização a outras regiões, pelo risco de disseminação do patógeno, principalmente àquelas sem ocorrência da doença. Os sintomas característicos do cancro cítrico nos frutos são lesões marrons, salientes e concêntricas que apresentam anéis circulares e rachaduras à medida que evoluem.

A doença foi introduzida no Brasil no ano 1957 e até 2017 o estado de São Paulo adotou medidas de erradicação e supressão como estratégia de controle. O programa de erradicação foi encerrado em definitivo há dois anos, quando a incidência da doença atingiu números que tornava inviável a continuação da eliminação de plantas doentes. Esse aumento associado às primeiras interceptações na doença na União Europeia de frutos provenientes do Brasil e aos avanços nas pesquisas e experiências bem-sucedidas de manejo empregado no sul do Brasil, Argentina, Uruguai e Flórida (EUA), fizeram com que a legislação fosse alterada em 2017 (IN 37/2016) possibilitando a adoção do sistema de mitigação de risco (SMR) para a praga cancro cítrico, sistema esse adotado no estado de São Paulo desde então. Em 2018 a legislação sofreu ajustes e uma nova Instrução Normativa foi publicada (IN 21/2018) sem alterar a estrutura da determinação anterior. O SMR é um programa de certificação que preconiza a redução de riscos de comercialização de frutos com cancro cítrico por meio da adoção de medidas de manejo da doença nos pomares e higienização de frutos na unidade de consolidação (UC), que passou a ser obrigatória para viabilizar a comercialização de frutas de citros *in natura* entre os estados da federação e a outros países.

De acordo com legislação vigente apenas o hipoclorito de sódio é permitido no Brasil para a descontaminação de frutos de citros com Xcc. No entanto, esse produto apresenta desvantagens importantes que levam à necessidade de validação de bactericidas alternativos para esta finalidade, como perda de eficácia em calda com presença de sólidos em suspensão e matéria orgânica e alto poder corrosivo à metais, o que reduz a vida útil de algumas máquinas e equipamentos utilizados na UC. O hipoclorito de sódio também pode ser precursor de compostos clorados tóxicos como cloraminas orgânicas, trihalometanos e dioxinas, que são prejudiciais à



saúde humana pelo potencial carcinogênico. Além disso, a atual legislação determina que os frutos de citros sejam tratados em solução bactericida por no mínimo 2 minutos. Este tempo é motivo de contestação e considerado exagerado por muitos produtores por onerar significativamente o processo. Existem trabalhos na literatura que demonstram a efetividade de ação dos sanitizantes na higienização de frutos quando expostos por 45 segundos ou 1 minuto (Narciso, 2005; Gottwald et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar bactericidas alternativos ao hipoclorito de sódio e a redução do tempo de exposição do fruto ao produto para descontaminação de frutos de citros em pós-colheita contra Xcc.

Os produtos bactericidas avaliados foram Dioxiplus (dióxido de cloro), Frexus CH (oxicloreto de cálcio) e Peracetic (ácido peracético). O bactericida Pluron 444 A (hipoclorito de sódio) foi utilizado como referência e as doses testadas de cada produto foram recomendadas pelos fabricantes (Tabela 1).

Tabela 1. Formulações e doses de bactericidas avaliadas.

| Nome comercial | Ingrediente Ativo | Dose | |
|----------------|----------------------|-------------------|-------------------------|
| | | Produto comercial | Ingrediente ativo (ppm) |
| Dioxiplus | Dióxido de cloro | 1,0 mL/L | 70 |
| Frexus CH | Oxicloreto de cálcio | 0,3 g/L | 200 |
| Peracetic | Ácido peracético | 0,666 mL/L | 100 |
| Pluron 444 A | Hipoclorito de sódio | 1,7 mL/L | 200 |

O estudo foi composto pela avaliação (i) da capacidade bactericida do produto contra Xcc em calda, (ii) da eficiência do produto na descontaminação de frutos de citros contaminados artificialmente em laboratório por Xcc e (iii) de contaminados naturalmente em campo por Xcc. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Bacteriologia do Fundecitrus, localizado no município de Araraquara, SP. Adicionalmente, foi avaliado o potencial infectivo de suspensões de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* em diferentes concentrações afim de dimensionar o risco que a população de Xcc remanescente nos frutos após tratamento com bactericidas representa para a disseminação da doença.

No experimento de avaliação da capacidade bactericida dos produtos contra Xcc, suspensão de Xcc 306 na concentração de 10^6 unidades formadoras de colônia/mL (ufc/mL) foi exposta aos diferentes produtos bactericidas na concentração recomendada e plaqueadas em meio ágar nutriente (AN) 0 h (imediatamente após adição da bactéria) e 1 h após a exposição da bactéria ao produto. A avaliação foi feita pela contagem do número de ufc presentes nas placas após 96 h de incubação e cálculo da concentração bacteriana viável após a exposição ao bactericida em \log_{10} ufc/mL.

No estudo da eficiência dos bactericidas na descontaminação de frutos de citros contra Xcc foi utilizado frutos e lima ácida 'Tahiti' contaminados em laboratório com Xcc, utilizando calda bactericida durante 1 minuto (metade do tempo estabelecido pela legislação vigente) e 2 minutos (tempo estabelecido pela legislação vigente). A testemunha foi composta por frutos não higienizados com bactericida. A avaliação foi feita pela quantificação da população de Xcc viável por meio do plaqueamento da solução original e das diluições 10^{-1} e 10^{-2} em meio AN após 96 h de incubação e cálculo da concentração bacteriana viável provenientes do fruto após a exposição ao bactericida em \log_{10} ufc/mL.



Também foi avaliada a eficiência dos bactericidas na descontaminação de frutos de citros contra Xcc provenientes de pomares com cancro cítrico utilizando calda bactericida durante 1 minuto e durante 2 minutos. A testemunha foi composta por frutos não higienizados com bactericida. Para aumentar a contaminação dos frutos por Xcc, 24 h antes da higienização frutos com e sem sintomas de cancro cítrico, foram misturados em sacos plásticos na proporção de 2:1 (2 frutos com sintomas para 1 fruto sem sintoma) e avaliados conforme experimento anterior.

Para avaliar o potencial de causar cancro cítrico da população de Xcc remanescente nos frutos após tratamento com bactericidas, suspensões de Xcc 306 foram inoculadas nas concentrações de 10^0 , 10^1 , 10^2 , 10^3 e 10^4 ufc/mL. Para cada concentração foram inoculadas 10 folhas de plantas de laranja 'Hamlin' em estágio V4 a V5 mantidas em casa de vegetação. A inoculação foi realizada pela infiltração 1,0 mL da suspensão em cada folha com o auxílio de seringa desprovida de agulha. As avaliações foram realizadas 30 dias após a inoculação pela contagem de folhas com lesões de cancro cítrico e do número de lesões por folha.

Todos os bactericidas avaliados foram eficientes contra a bactéria Xcc. Enquanto o tratamento controle utilizando apenas água apresentou 5 a 6 \log_{10} ufc/mL de Xcc após 0 ou 1 h de exposição, respectivamente, todos os bactericidas avaliados foram capazes de eliminar toda população de Xcc em mistura com água (Figura 1 A, B).

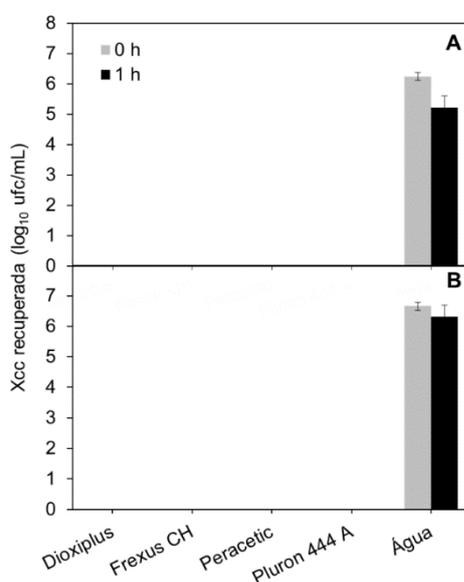


Figura 1. *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (Xcc) recuperada após 0 h (imediatamente após contato com o bactericida) e 1 h de exposição à calda contendo individualmente os bactericidas Dioxiplus (dióxido de cloro), Frexus CH (oxicloreto de cálcio), Peracetic (ácido peracético) e Pluron 444 A (hipoclorito de sódio) em dois experimentos independentes (A, B). Água de torneira autoclavada e Pluron 444 A foram utilizados como controles de ação bactericida negativo e positivo, respectivamente. ufc, unidade formadora de colônia. Barras de erro indicam o erro padrão da média de cinco repetições.



Para os frutos contaminados em laboratório e posteriormente descontaminados a quantidade de Xcc recuperada variou de 0,5 a 1,0 \log_{10} ufc/mL, independentemente do tempo de exposição de 1 ou 2 minutos e do produto avaliado. Estes valores representam uma redução de 2 a 3 \log_{10} ufc/mL (100 a 1000 vezes) da quantidade de bactérias viáveis, quando comparado ao controle negativo (Figura 3 A-D). A exposição dos frutos por 1 ou 2 minutos aos bactericidas promoveu a redução de 66,1 a 75,9% e 73,6 a 85,0%, respectivamente, na quantidade de Xcc recuperada. Não houve diferença significativa entre os tempos exposição dos frutos aos bactericidas, de 1 ou 2 minutos, sobre a quantidade de Xcc recuperada após tratamento higienizante (Figura 2).

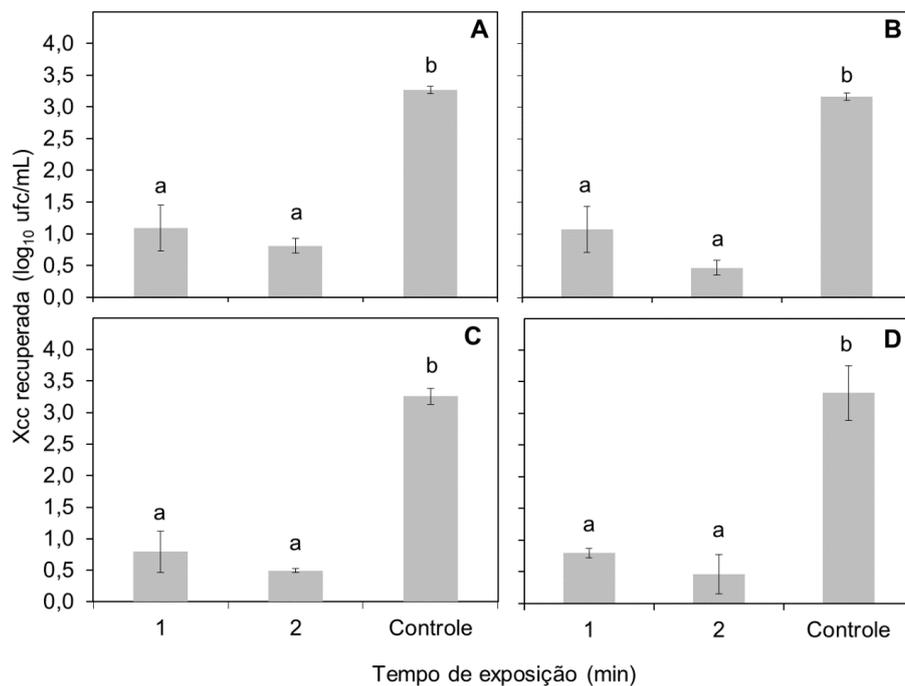


Figura 2. *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (Xcc) proveniente de frutos de lima ácida ‘Tahiti’ contaminados em laboratório e recuperada em meio de cultura sólido após 1 ou 2 minutos de exposição à calda contendo individualmente os bactericidas Dioxiplus (dióxido de cloro) (A), Frexus CH (oxicloreto de cálcio) (B), Peracetic (ácido peracético) (C) e Pluron 444 A (hipoclorito de sódio) (D) preparados em água de torneira autoclavada (controle). ufc, unidade formadora de colônia. Para cada produto, colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p=0,05$). Barras de erro indicam o erro padrão da média de três experimentos independentes.

O desempenho na higienização de frutos assintomáticos colhidos de pomares com cancro cítrico foi similar entre os bactericidas e todas as formulações promoveram a diminuição da população de Xcc de 1,3 a 1,8 para 0,1 a 0,3 \log_{10} ufc/mL, independentemente do tempo de exposição aos bactericidas (Figura 3 A-D). Essa diferença representou uma redução de 80,8 a 95,7% na quantidade de Xcc recuperada em \log_{10} ufc/mL. Não houve diferença significativa entre os tempos de exposição dos frutos aos bactericidas, de 1 ou 2 minutos.

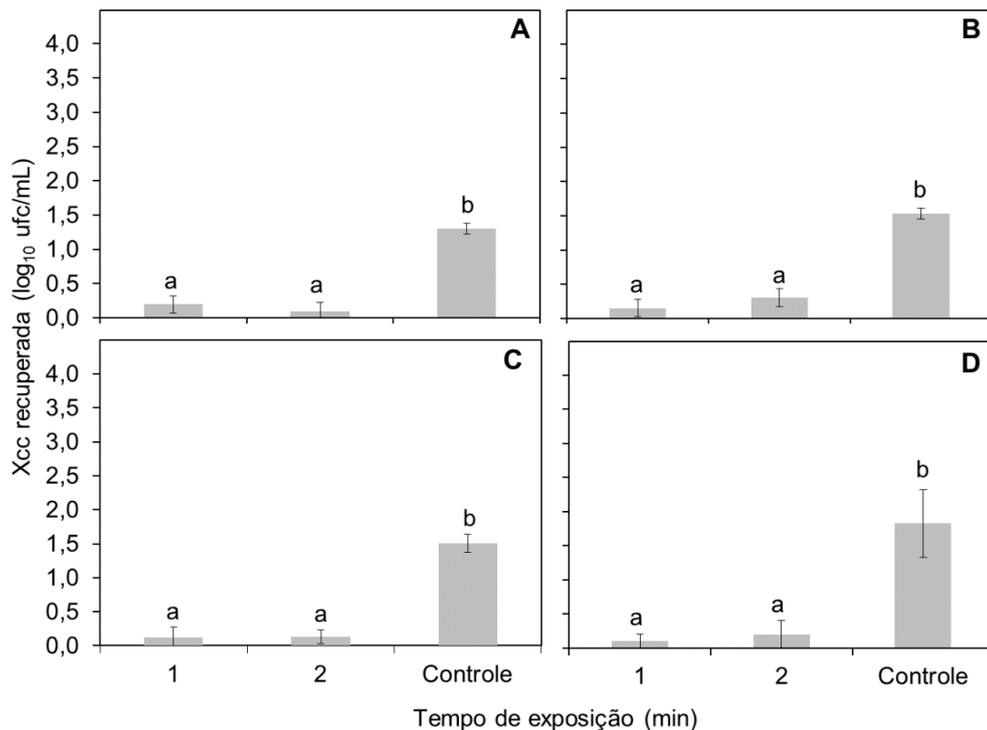


Figura 3. *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (Xcc) proveniente de frutos de lima ácida ‘Tahiti’ contaminados naturalmente em pomar com cancro cítrico recuperada em meio de cultura sólido após 1 e 2 minutos de exposição à calda contendo individualmente os bactericidas Dioxiplus (dióxido de cloro) (A), Frexus CH (oxicloreto de cálcio) (B), Peracetic (ácido peracético) (C) e Pluron 444 A (hipoclorito de sódio) (D) preparados em água de torneira autoclavada (controle). ufc, unidade formadora de colônia. Para cada produto, colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p=0,05$). Análise realizada com transformação de dados $\sqrt{(x+1)}$. Barras de erro indicam o erro padrão da média de três experimentos independentes.

A inoculação em folhas de laranja demonstrou que suspensões de Xcc na concentração de até $2 \log_{10}$ ufc/mL não é eficiente para causar lesões de cancro cítrico, demonstrando que a quantidade de Xcc remanescentes em frutos após tratamento com bactericida não representa risco para disseminação da doença. (Figura 4).

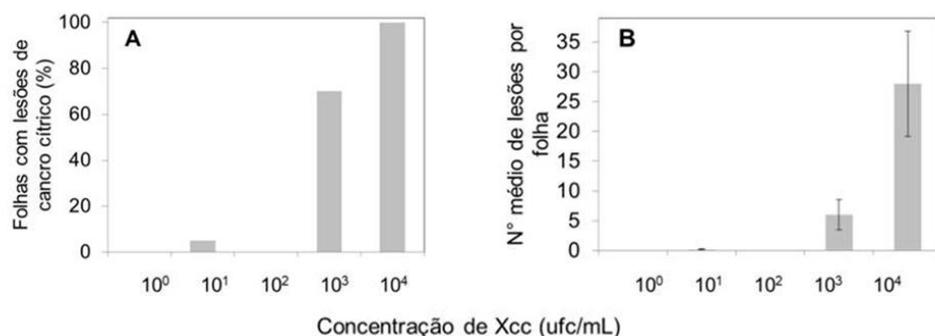


Figura 4. Potencial de suspensões de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (Xcc) em diferentes concentrações em causar lesões de cancro cítrico após infiltração em folhas de laranja ‘Hamlin’. Incidência de folhas com cancro cítrico (A) e número médio de lesões por folha doente (B), 30 dias após a inoculação. Barras de erros indicam o erro padrão da média ($n = 10$).



Este estudo demonstrou que os bactericidas Dioxiplus (dióxido de cloro), Frexus CH (oxicloreto de cálcio), Peracetic (ácido peracético) e o Pluron 444 A (hipoclorito de sódio) são eficientes na descontaminação de frutos de lima ácida ‘Tahiti’ contra Xcc em pós-colheita nos tempos de exposição de 1 ou 2 minutos.

De forma geral, os níveis de redução na descontaminação de Xcc em frutos pós-colheita foram similares àqueles obtidos em estudos anteriores. Gottwald et. al. (2009) demonstraram redução de aproximadamente 2,0 a 2,5 unidades de \log_{10} ufc/mL na população de Xcc recuperada da superfície de frutos assintomáticos de pomelo (*Citrus paradise*) provenientes de pomares com cancro crítico tratados com hipoclorito de sódio a 200 ppm por 45 segundos. Nesse caso, também não houve a eliminação total de Xcc após tratamento, e os melhores resultados foram obtidos quando o tratamento com hipoclorito de sódio foi antecedido pela lavagem dos frutos para remoção de impurezas.

Considerando a epidemiologia da doença, a forma de ação dos produtos avaliados e a semelhança morfológica entre os frutos de citros de diferentes espécies, os resultados desse estudo podem ser aplicados a frutos de laranja, limão, tangerina, tangor, entre outros, importantes para o mercado *in natura*.

Diante da possibilidade de regulamentação, de “outros métodos ou produtos para higienização, homologados pela pesquisa e reconhecidos pelo MAPA” (Brasil, 2018) e dos resultados obtidos nesse trabalho, os quais corroboram com estudos prévios relacionados conforme apresentado, é plausível que tanto os produtos regulamentados, quanto o tempo de exposição para descontaminação de frutos de citros em pós-colheita contra Xcc, agente causal do cancro cítrico, sejam revistos com segurança na descontaminação de frutos assintomáticos em pós-colheita.

Referências

Behlau, F., Belasque Junior, J. 2014. **Cancro cítrico**: a doença e seu controle. Araraquara, SP. Fundecitrus. 94 p.

Brasil. Instrução Normativa MAPA nº 21, de 25 de abril de 2018. Institui, em todo o território nacional, os critérios e procedimentos para o estabelecimento e manutenção do status fitossanitário relativo à praga denominada Cancro Cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*). **Diário Oficial da União**, seção 1, p. 9, 11 de maio de 2018.

Gottwald, T., Graham, J., Bock, C., Bonn, G., Civerolo, E., Irej, M., Leite, R., McCollum, G., Parker, P., Ramalho, J., Riley, T., Schubert, T., Stein, B., Taylor, E. 2009. The epidemiological significance of post-packinghouse survival of *Xanthomonas citri* subsp. *citri* for dissemination of Asiatic citrus canker via infected fruit. **Crop Protection** 28:508–524.

Narciso, J.A. 2005. An assessment of methods to clean citrus fruit surfaces. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 118:437–440.



DINÂMICA DE BROTAÇÃO EM DIFERENTES COMBINAÇÕES DE COPA E PORTA-ENXERTO DE CITROS EM ÁREA IRRIGADA E NÃO IRRIGADA

Hermes Teixeira de Oliveira¹, Silvio Aparecido Lopes¹
hermes.oliveira@fundecitrus.com.br

¹Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara/SP

O Huanglongbing (HLB), causado por bactérias sistêmicas transmitidas pelo psílídeo dos citros, é a doença sem cura mais preocupante dos produtores no Brasil e no mundo. Plantio de mudas saudáveis, eliminação de plantas doentes e pulverização de inseticidas são as medidas mais eficientes atualmente usadas para o controle do HLB. As pulverizações adquiriram maior relevância pelo fato de a eliminação de plantas doentes não estar sendo empregada com o rigor necessário e em nível regional. Para que as pulverizações sejam mais eficientes, elas devem ser feitas nos momentos de brotação, porque são as brotações os locais de alimentação preferidos do inseto vetor, e, portanto, as portas de entrada da bactéria do HLB nas plantas saudáveis. Entender quando e em que intensidade as plantas brotam e o efeito do ambiente, porta-enxerto e copa poderia ajudar a identificar o momento mais apropriado para se proceder às pulverizações, reduzindo a exposição das plantas ao psílídeo e, conseqüentemente, às novas infecções. Como no parque citrícola são plantadas diversas variedades de laranjeiras sobre distintivos porta-enxertos, em áreas de sequeiro e irrigadas, o objetivo deste trabalho foi avaliar ao longo de três anos, em área irrigada e não irrigada, na região central do estado de São Paulo, a dinâmica de brotação em 18 combinações de copa-porta/enxerto.

O estudo foi realizado no período de novembro de 2012 a dezembro de 2015, em propriedade localizada no município de Matão. As mudas experimentais foram plantadas em uma única linha de um talhão 21,48 ha de Valencia/Swingle plantado em maio de 2012 em espaçamento de 6 x 2 m, em solo do tipo podzólico vermelho amarelo, A/B, eutrófico. As 18 combinações foram plantadas em uma rua respeitando-se 62 m de bordadura do lado leste e 150 m do lado oeste do talhão. As variedades copa foram a Hamlin, Valência Americana e Rubi, Pera, e Valencia e Folha Murcha, e os porta-enxertos o limoeiro Cravo, a tangerineira Sunki e citrumeleiro Swingle. Foram utilizadas dez plantas por combinação, sendo cinco plantas submetidas à irrigação e outras cinco mantidas sem irrigação. O corte da irrigação foi feito somente a partir do quinto mês de plantio (outubro de 2012). A irrigação foi do tipo gotejamento localizado e aplicado com base no nível de umidade do solo aferido por meio de tensiômetros analógicos. Quando a umidade do solo se encontrava abaixo de 5 Bar na profundidade de 60 cm, indicando que o solo se encontrava encharcado, reduzia-se a irrigação, voltando a irrigar quando a umidade se encontrava por volta de 15 Bar, aplicando lâmina de até 3 mm de irrigação. A quantidade de chuva e o nível de evapotranspiração também foram determinantes do momento de se iniciar ou parar a irrigação. Os tratamentos culturais das parcelas experimentais, consistindo de fertilizações, inspeção de insetos, ácaros e doenças, remoção de plantas doentes, aplicação de inseticidas e herbicidas, foram adotados pelo produtor de acordo com seus critérios. A avaliação da brotação foi feita no período de 27 de novembro de 2012 a 15 de dezembro de 2015, com frequência semanal a mensal. Em cada avaliação contava-se o número de brotos em cada estágio vegetativo, empregando-se a escala mostrada na Figura 1.



Figura 1. Escala de estádios de desenvolvimento do broto de laranja doce (adaptado de Cifuentes-Arenas et al., 2018).

Até as plantas atingirem aproximadamente 1,5 m de altura, que aconteceu em julho de 2013, a contagem dos brotos foi feita em todo o volume da copa. Depois disso e até dezembro de 2015, a contagem passou a ser feita na parte interna de uma moldura 50 x 50 cm, feita de tubo de PVC, que era posicionada na parte central do lado leste da copa, à altura aproximada de 160 cm do solo. Em cada data de avaliação, o total de brotos encontrados eram convertidos em um índice geral para cada planta. Esse índice, nomeado de 'índice de favorabilidade relativa à reprodução do psílídeo', ou IFR, foi calculado conforme descrito por Cifuentes-Arenas et al. (2016) que, em suas pesquisas, determinou o peso que cada tipo de broto tem na reprodução do inseto. É chamado de favorabilidade relativa porque leva em consideração vários fatores como o quanto, em cada um dos estágios mostrados na Figura 1, a porcentagem de fêmeas do psílídeo colocaram seus ovos, a demora em iniciar a oviposição, o quanto de ovos foi colocado, e o quanto de ovos eclodiram em ninfas e a porcentagem de ninfas se desenvolveram e atingiram a fase adulta. O índice é definido pela fórmula $IFR = nv1*0,4846 + nv2*1,0000 + nv3*0,8095 + nv4*0,1014 + nv5*0,0088$, sendo 'n' o número de brotos no respectivo estágio, v1 a v5 os estádios de desenvolvimento e os valores os pesos de cada estágio na reprodução do inseto. Por não ter qualquer peso, o estágio v6 não foi incluído na fórmula. Ao analisar a fórmula observa-se que à medida que o broto se desenvolve, seu peso quase dobra do v1 para o v2 (quando atinge o maior peso), e depois disso decresce mais ou menos 20% quando atinge o v3, caindo drasticamente quando atinge o v4 (90%) e v5 (mais de 99%).

Para se avaliar o padrão de brotação era necessário definir o que seria um 'pico de brotação'. Usamos o valor limite IFR igual a 1,0 por planta (6 a 12 meses de plantio) ou por m² de copa (13 a 46 meses). Assim, quando, na data de avaliação, a média geral de todas as plantas da área irrigada e não irrigada era igual ou maior que 1,0 anotava-se a existência de um pico. Para avaliar se havia diferença entre as combinações de copa/porta-enxerto, ou período do ano, quanto à intensidade de brotação, procedia-se a testes estatísticos apropriados (análise de variância e testes de significância), tomando-se a média de IFR das 5 plantas (repetições) para cada data de avaliação.

Não houve diferenças marcantes entre as combinações e nem entre as áreas quanto ao padrão de brotação em todo o período de avaliação. Em média, das 83 avaliações realizadas, a intensidade de brotos esteve igual ou acima de 1,0 IRF em 59% na área não irrigada, e em 49% na área irrigada (Tabela 1). Houve diminuição na frequência de brotação à medida em que as plantas cresciam e envelheciam, nas duas áreas avaliadas, à medida que a planta crescia.

**Tabela 1.** Influência da idade de plantas de dezoito combinações de copa de laranjeira sobre três porta-enxertos na frequência de brotação, em área irrigada e não irrigada.

| Idade (meses) | Total de avaliação | Área não irrigada | | Área irrigada | |
|---------------|--------------------|--|-------------|--|-------------|
| | | Avaliação com IFR \geq 1,0 por planta ou m ² copa | Porcentagem | Avaliação com IFR \geq 1,0 por planta ou m ² copa | Porcentagem |
| 6 a 12 | 20 | 15 | 75 | 15 | 75 |
| 13 a 24 | 30 | 26 | 86 | 16 | 53 |
| 25 a 36 | 22 | 6 | 27 | 7 | 32 |
| 37 a 46 | 11 | 2 | 20 | 3 | 30 |
| Totais/Média | 83 | 49 | 59 | 41 | 49 |

Quando se comparam as estações do ano, observa-se menos picos no outono e mais picos na primavera (particularmente nos meses de setembro e outubro), nas duas áreas (Tabela 2). Mas, no outono, a partir do primeiro ano, a frequência de picos na área irrigada foi o dobro da observada na área não irrigada. No outono as plantas passam por período de repouso vegetativo, com a quebra da dormência ocorrendo após o inverno ou com a retomada do aumento das temperaturas e chuvas no início da primavera (Davies & Albrigo, 1994; Stenzel et al. 2005). Isto explica o que foi observado no presente estudo.

Tabela 2. Influência da estação do ano na frequência de brotação em dezoito combinações de copa de laranjeiras sobre três porta enxertos, em área irrigada e não irrigada.

| Estação do ano | Total de avaliações | Porcentagem de avaliações com IFR \geq 1,0 por planta ou m ² copa | |
|---|---------------------|--|---------------|
| | | Área não irrigada | Área irrigada |
| <i>Primeiro período (6 a 12 meses do plantio)</i> | | | |
| Primavera | 3 | 100 | 100 |
| Verão | 12 | 33 | 25 |
| Outono | 8 | 0 | 0 |
| <i>Segundo período (13 a 46 meses do plantio)</i> | | | |
| Primavera | 20 | 45 | 60 |
| Verão | 14 | 43 | 29 |
| Outono | 10 | 9 | 18 |
| Inverno | 16 | 50 | 38 |
| Totais | 83 | 37 | 34 |

Quando se avalia a intensidade de brotação na área não irrigada, observou-se não haver diferenças entre porta-enxertos, ou seja, não um porta-enxerto que diferiu dos demais em termos de quantidade de brotos encontrados nas copas das laranjeiras. No entanto, houve diferenças entre as variedades de copa. Brotou mais na Rubi e menos na Folha Murcha e Pera. Houve interação significativa entre copa e porta-enxerto somente no segundo período. (Tabela 3).



Tabela 3. Índice de favorabilidade à reprodução de *Diaphorina citri* (IFR), por planta ou m² copa, em 18 combinações de laranjeira e porta-enxerto, de 2012 a dezembro de 2015, em área não irrigada em pomar comercial em Matão, SP.

| Copa | Porta-enxerto | | | Média |
|---|------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| | Cravo | Sunki | Swingle | |
| <i>Primeiro período (6 a 12 meses do plantio)</i> | | | | |
| Rubi | 3,08 ± 1,16 | 2,13 ± 0,27 | 0,91 ± 0,20 | 2,04 ± 0,44 a |
| Hamlin | 1,39 ± 0,37 | 0,72 ± 0,35 | 1,74 ± 0,23 | 1,28 ± 0,21 ab |
| Valência Americana | 0,84 ± 0,09 | 1,68 ± 0,43 | 0,88 ± 0,15 | 1,13 ± 0,18 ab |
| Valência | 1,07 ± 0,22 | 1,18 ± 0,34 | 1,06 ± 0,31 | 1,10 ± 0,16 ab |
| Pera | 0,91 ± 0,27 | 0,96 ± 0,19 | 0,58 ± 0,12 | 0,82 ± 0,12 b |
| Folha Murcha | 0,89 ± 0,09 | 0,67 ± 0,19 | 0,80 ± 0,33 | 0,79 ± 0,12 b |
| Média | 1,37 ± 0,24A | 1,22 ± 0,15A | 1,01 ± 0,11A | |
| <i>Segundo período (13 a 46 meses do plantio)</i> | | | | |
| Valência Americana | 38,28 ± 4,40 Aa | 40,38 ± 8,80 Aab | 45,90 ± 3,27 Aab | 41,52 ± 3,98 |
| Rubi | 36,41 ± 19,03 Aa | 47,69 ± 7,01 Aa | 29,88 ± 5,87 Aabc | 37,99 ± 6,81 |
| Hamlin | 27,17 ± 16,64 Aa | 18,33 ± 5,72 Bb | 26,57 ± 10,34 Aa | 34,02 ± 7,66 |
| Valência | 43,10 ± 6,87 Aa | 28,14 ± 5,39 ABab | 16,77 ± 5,07 Cc | 29,33 ± 4,24 |
| Folha Murcha | 36,33 ± 8,66 Aa | 24,21 ± 6,37 Aab | 24,20 ± 4,76 Abc | 28,25 ± 3,94 |
| Pera | 28,68 ± 3,31 Aa | 19,97 ± 3,10 Ab | 26,48 ± 5,77 Abc | 25,04 ± 2,47 |
| Média | 35,01 ± 4,52 | 29,79 ± 3,08 | 33,30 ± 3,43 | |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (entre colunas) ou minúscula (na coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

De mesma forma que na área não irrigada, na área irrigada, tanto no primeiro quanto no segundo período, a brotação não foi influenciada pelo porta-enxerto, mas sim pela variedade copa. Aqui também foi a Rubi que brotou mais, e quem brotou menos foi a Valência. Não houve interação entre copa e porta-enxerto para nenhum dos períodos (Tabela 4).



Tabela 4. Índice de favorabilidade à reprodução de *Diaphorina citri* (IFR), por planta ou m² copa, em 18 combinações de laranjeira e porta-enxerto, de 2012 a dezembro de 2015, em área irrigada em pomar comercial em Matão, SP.

| Copa | Porta-enxerto | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|------------------|
| | Cravo | Sunki | Swingle | Média |
| <i>Primeiro período (6 a 12 meses do plantio)</i> | | | | |
| Rubi | 0,82 ± 0,15 | 1,03 ± 0,18 | 0,92 ± 0,23 | 0,93 ± 0,10 a |
| Folha Murcha | 0,70 ± 0,17 | 1,38 ± 0,34 | 0,77 ± 0,25 | 0,95 ± 0,16 ab |
| Valência Americana | 0,76 ± 0,16 | 1,07 ± 0,20 | 0,79 ± 0,24 | 0,87 ± 0,12 ab |
| Pera | 0,82 ± 0,19 | 1,05 ± 0,21 | 0,69 ± 0,15 | 0,85 ± 0,11 ab |
| Hamlin | 0,83 ± 0,13 | 0,90 ± 0,25 | 0,75 ± 0,26 | 0,83 ± 0,12 ab |
| Valência | 0,56 ± 0,14 | 0,97 ± 0,21 | 0,75 ± 0,24 | 0,76 ± 0,12 b |
| Média | 0,75 ± 0,06A | 1,07 ± 0,09A | 0,78 ± 0,09A | |
| <i>Segundo período (13 a 46 meses do plantio)</i> | | | | |
| Rubi | 46,89 ± 5,03 | 46,52 ± 12,97 | 28,71 ± 7,03 | 40,71 ± 5,32 a |
| Valência Americana | 50,56 ± 13,66 | 44,32 ± 4,97 | 19,85 ± 3,90 | 38,24 ± 5,84 ab |
| Pera | 37,49 ± 8,78 | 21,35 ± 7,10 | 34,52 ± 10,15 | 31,12 ± 5,05 ab |
| Folha Murcha | 15,10 ± 3,91 | 18,31 ± 4,06 | 35,04 ± 3,67 | 22,82 ± 3,13 abc |
| Hamlin | 15,87 ± 3,03 | 30,79 ± 13,33 | 23,40 ± 8,25 | 23,35 ± 5,19 bc |
| Valência | 14,49 ± 4,36 | 10,64 ± 4,03 | 15,22 ± 4,53 | 13,45 ± 2,37 c |
| Média | 30,07 ± 3,98A | 28,65 ± 4,06A | 26,12 ± 2,84A | |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (entre colunas) ou minúscula (na coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Este estudo foi conduzido para verificar se há diferenças no padrão de brotação e na intensidade de brotos nas principais combinações de copa/porta-enxerto usadas para a produção de laranja no parque citrícola paulista, que justificasse ajustes na frequência de pulverizações de inseticidas para o controle do psilídeo. De forma geral, o estudo confirmou o que se observa no campo, ou seja, maior frequência de brotação nas plantas mais jovens e no período da primavera. A maior frequência de brotação nas plantas mais jovens justifica o maior rigor no controle do inseto, sendo necessário o uso de inseticidas de contato complementado com aplicações dos inseticidas sistêmicos.

Quanto às variedades, embora a Rubi tenha sido, entre as seis variedades estudadas, a que teve maior número de brotos, o padrão de brotação nesta variedade foi similar ao das outras, não justificando alteração na frequência de pulverização adotado hoje, ou seja, de 7 a 10 dias na faixa de borda (até 200 m do limite da propriedade) e 15 dias na parte interna.

Neste estudo, também não se observou diferenças entre as áreas irrigada e não irrigada, que justifique alterações no padrão de pulverizações. Independentemente da combinação e das condições em que as plantas são cultivadas, o produtor deve estar atento às brotações para proteger seu pomar do HLB. São os brotos que precisam ser protegidos, independentemente de quando surjam, e sempre com os produtos, doses e volumes recomendados. Deve sempre agir em parceria com seus vizinhos, lembrando que a eliminação de plantas doentes, onde quer que elas estejam, é de fundamental importância para o controle do HLB. Somente agindo assim a sustentabilidade do setor citrícola será preservada.



Referências

Cifuentes-Arenas, J.C., Oliveira, H.T., Góes, A., Miranda, M.P., Lopes, S.A. 2016. Monitoring citrus flush shoot ontogeny as a potential strategy for HLB and psyllid management. **International Organization of Citrus Virologists**. Chongqing, IOCV. 2016.

Cifuentes-Arenas J.C., de Goes A., de Miranda M.P., Beattie G.A.C., Lopes S.A. 2018. Citrus flush shoot ontogeny modulates biotic potential of *Diaphorina citri*. **Plos One** 13:1–17.

Davies, F.S., Albrigo, L.G. 1994. **Citrus**. Wallingford: Cab International. 254 p.

Stenzel, N.M.C., Neves, C.S.V.J., Marur, C.J., Gomes, J.C. 2005. Crescimento vegetativo de plantas cítricas no norte e noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura** 27(3):412–417.



VOLUMES DE CALDA ACARICIDA PARA O CONTROLE DO ÁCARO DA LEPROSE DOS CITROS (*Brevipalpus yothersi*) UTILIZANDO TURBOPULVERIZADOR CONVENCIONAL E ELETROSTÁTICO

Carlos Eduardo Sichieri¹, Samuel de Moura Silva², Marcelo da Silva Scapin², Daniel Junior de Andrade³, Renato Beozzo Bassanezi²
cesichieri@gmail.com

¹Cia Agrícola SLP, Angatuba/SP

²Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara/SP

³Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Jaboticabal/SP

A leprose dos citros é considerada uma das mais importantes doenças da citricultura brasileira. Esta doença tem como agente causal o *Citrus leprosis virus*-tipo citoplasmático, que é transmitido pelo ácaro *Brevipalpus yothersi*. A redução da população do ácaro é uma medida essencial para o controle desta doença, sendo que a principal prática adotada para este fim é a pulverização das plantas com acaricida. Com o intuito de otimizar o controle químico do ácaro da leprose, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes volumes de calda de acaricida, aplicados com turbopulverizador convencional (100, 140 e 180 mL.m⁻³ de copa) e turbopulverizador adaptado com sistema eletrostático SPE (22,5 mL.m⁻³ de copa com equipamento ligado e desligado).

Para todos os tratamentos foi utilizada a mistura dos acaricidas propargite (100 mL de Acarit[®] por 100 L) com hexitiazoxi (1,5 g Savey[®] por 100 L). A dose dos acaricidas foi corrigida nos tratamentos com o equipamento eletrostático para manter a mesma dose por hectare do tratamento 100 mL.m⁻³ (444 mL de Acarit[®] e 6,7 g de Savey[®]).

Os experimentos foram realizados em Prata/MG (Exp. 1), em pomar de variedade de laranja 'Pêra-Rio' sobre citrumelo 'Swingle' com 6 anos de idade e 22.2 mil m³ de volume de copa por hectare, e, em Comendador Gomes/MG (Exp. 2), em pomar de laranja 'Rubi' sobre tangerineira 'Sunki' com 5 anos de idade e 16,7 mil m³ de volume de copa por hectare. Em cada experimento a área experimental foi constituída por cinco talhões (blocos) divididos em cinco parcelas com 1000 a 2000 plantas cada parcela. No Exp. 1, os tratamentos foram aplicados em dezembro de 2014 e, no Exp. 2, em dezembro de 2015.

As pulverizações foram realizadas com turbopulverizador de arrasto, modelo Natali 4000 L (Natali Equipamento Agrícola, Limeira, SP), com defletor bilateral, ventilador que, segundo o fabricante, a 540 rpm na TDP é capaz de produzir 1.400 m³ de ar por minuto, à velocidade de 190 km.h⁻¹. Este turbopulverizador foi tracionado por um trator MF 4275 (Massey Ferguson) deslocando-se à primeira marcha reduzida, com rotação de 1800 rpm, à velocidade de 2,2 km.h⁻¹ para todos os tratamentos. O ramal de bicos utilizado foi o ramal multibico. Para os tratamentos que utilizaram o turbopulverizador convencional, foram usados 24 bicos de cada lado, totalizando 48 bicos, modelo Disc & Core (AD/AC) (Jacto, Pompéia, SP), adequando-se o número da ponta



e difusor para cada tratamento, considerando-se uma pressão mínima de 100 psi e uma pressão máxima de 200 psi. Para os tratamentos que utilizaram o turbopulverizador equipado com sistema eletrostático, foram usados seis bicos de pulverização SPE-3 (SPE, Porto Alegre, RS) de cada lado, totalizando 12 bicos.

Em cada parcela, foram realizadas inspeções quinzenais do ácaro da leprose, avaliando-se 2% das plantas de cada parcela, inspecionando-se quatro frutos e quatro ramos de cada planta com auxílio de uma lupa com lente de 10 aumentos. Também foram avaliadas a cobertura (aplicação de corante fluorescente Travicar, a 1 L de corante para 45 L de água) e deposição (oxicloreto de cobre, a 180 g de Recop® para 100 L de água) da calda aplicada em três plantas. Para cada terço da altura da planta foram coletadas uma folha interna e uma externa para análise de cobertura e cinco folhas internas e cinco externas para a análise de deposição).

A mortalidade de ácaros confinados em frutos pulverizados no campo foi avaliada na área do Exp. 2. Os frutos foram posicionados pelos quatro quadrantes da planta (Q1 – frente, Q2 – verso, Q3 – entrada e Q4 – saída), em duas alturas (0,5 m e 1,5 m), e dois frutos no centro da copa, acompanhando o tronco, também nas duas alturas. No total foram colocados 10 frutos por planta. Posteriormente, foram realizadas as pulverizações dos diferentes tratamentos, incluindo um tratamento controle sem a aplicação de acaricidas (aplicação apenas de água). Após a secagem, os frutos foram coletados, parcialmente parafinados e deixada uma arena de 5 cm² que foi circunda com cola adesiva (Tree Tanglefoot®). Em cada fruto foram transferidos 10 ácaros fêmeas adultas da criação e os frutos foram dispostos em bandejas plásticas e mantidos em câmara climatizada à temperatura de 25±1°C, UR de 60±5% e fotoperíodo de 14 h de luz e 10 h de escuro. As avaliações foram realizadas no dia 1, 3, 6, 9 e 15 após o confinamento dos ácaros (DAC), contando-se, sob estereoscópio, o número de ácaros vivos e aderidos na cola.

O período de controle médio (o período médio de dias após a aplicação dos acaricidas para que a infestação fosse igual ou maior que 1%) foi bem menor no Exp. 2 (75,2 dias) que no Exp. 1 (259,5 dias) (Tabela 1). Esta diferença pode ser explicada pela maior infestação inicial média das parcelas no Exp. 2 (2,8%) que no Exp. 1 (1,5%). Além disso, pela diferença de precipitação pluviométrica registrada após a aplicação do acaricida nos dois experimentos. Nos primeiros 30 dias após a aplicação do Exp. 2, choveu sete dias a mais que no Exp. 1, resultando em uma precipitação pluviométrica acumulada 2,1 vezes maior. A chuva tem um efeito negativo sobre o período residual do acaricida nas plantas, pois reduz sua concentração nos órgãos onde foi aplicado (Decaro et al., 2013). Adicionalmente, por causa do maior espaçamento entre as linhas de plantio e o maior enfolhamento das plantas nos talhões do Exp. 2, a deposição do produto aplicado no Exp. 2 foi, em média, 26% menor na parte externa e 68% menor na parte interna da copa que no Exp. 1 (Tabela 3). Assim como a cobertura média no Exp.1 foi 21% superior à cobertura média do Exp. 2 (Tabela 4).



Tabela 1. Período médio de controle do ácaro da leprose (mínimo e máximo) obtido para diferentes tratamentos de volumes de calda acaricida aplicados em diferentes equipamentos pulverizadores no experimento 1 e 2.

| Equipamento | Volume de calda (mL.m ⁻³) | Período de controle médio (mínimo e máximo) (dias) | |
|-------------------------|---------------------------------------|--|--------------------|
| | | Experimento 1 | Experimento 2 |
| Eletrostático desligado | 22,5 ^c | 214,0 a (67 – 384) | 43,4 b (34 – 65) |
| Eletrostático ligado | 22,5 ^c | 261,8 a (77 – 415) | 65,4 ab (39 – 107) |
| Convencional | 100 | 301,4 a (186 – 416) | 71,0 ab (37 – 192) |
| Convencional | 140 | 230,2 a (118 – 408) | 61,8 ab (37 – 82) |
| Convencional | 180 | 290,2 a (183 – 383) | 136,0 a (39 – 211) |
| Média | | 259,5 | 75,5 |
| DMS (5%) | | 217,7 | 77,4 |
| g.l. | | 4 | 4 |
| F | | 0,56 | 3,91 |
| Valor de P | | 0,6966 | 0,0211 |

Valores com letras iguais na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

^c para este volume de calda a dose dos acaricidas foi corrigida para equiparar à dose de ingrediente ativo por hectare do tratamento com pulverizador convencional no volume de calda de 100 mL.m⁻³ de copa.

Para o período de controle, no experimento 1 não foi observada diferença significativa entre os tratamentos e no experimento 2 também não houve diferença significativa entre os tratamentos, exceto para o tratamento 180 mL.m⁻³, que foi superior e diferenciou significativamente do tratamento 22,5 mL.m⁻³ eletrostático desligado (Tabela 1). A igualdade observada entre os tratamentos aplicados com turbopulverizador convencional nos volumes de 100 a 180 mL.m⁻³ de copa, corroboram com o trabalho de Bazzo (2016), que avaliou volumes entre 100 a 190 mL.m⁻³ de copa utilizando o acaricida espirodiclofeno (Envidor[®]). Entretanto, este trabalho mostra pela primeira vez que o controle do ácaro da leprose não perdeu a eficiência quando aplicado com volumes abaixo de 100 mL.m⁻³ de copa (22,5 mL.m⁻³ de copa) com o pulverizador eletrostático SPE ligado ou desligado, porém com a dose dos acaricidas corrigida para o equivalente de ingrediente ativo por hectare do volume de 100 mL.m⁻³, exceto quando as condições pós-pulverização desfavorecem o período residual do produto na planta.

No experimento de mortalidade do ácaro da leprose com confinamento em frutos todos os tratamentos apresentaram mortalidade significativamente maior que o tratamento controle sem aplicação de acaricida. Aos 15 dias após o confinamento, todos os tratamentos com acaricida tiveram a mortalidade de ácaros superior a 97% (Tabela 2).



Tabela 2. Eficiência de mortalidade do ácaro da leprose aos 1, 3, 6, 9 e 15 dias após o confinamento (DAC) em frutos tratados com acaricidas aplicados em diferentes volumes de calda e equipamentos pulverizadores.

| Tratamento (Equipamento/Volume de calda) | Eficiência (%) ^x | | | | |
|---|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 1 DAC | 3 DAC | 6 DAC | 9 DAC | 15 DAC |
| Eletrostático desligado 22,5 mL.m ⁻³ | 1,5 | 60,3 | 81,4 | 95,7 | 98,3 |
| Eletrostático ligado 22,5 mL.m ⁻³ | 1,5 | 43,3 | 80,4 | 92,9 | 98,1 |
| Convencional 100 mL.m ⁻³ | 1,7 | 21,9 | 90,9 | 96,3 | 100 |
| Convencional 140 mL.m ⁻³ | 0,8 | 10,9 | 90,5 | 96,1 | 97,7 |
| Convencional 180 mL.m ⁻³ | 0,2 | 14,3 | 96,1 | 100 | 100 |

^x Eficiência de mortalidade calculada pela fórmula de Abbot (1925), não considerando os ácaros aderidos à cola (Média de 40 repetições).

^c para este volume de calda a dose dos acaricidas foi corrigida para equiparar à dose de ingrediente ativo por hectare do tratamento com pulverizador convencional no volume de calda de 100 mL.m⁻³ de copa.

A ausência de diferenças entre os tratamentos pode ser explicada pelos resultados das avaliações de deposição e cobertura dos acaricidas aplicados em cada um dos experimentos e tratamentos.

De maneira geral, menores deposições ocorreram nos tratamentos com os menores volumes de calda para as aplicações com turbopulverizador convencional (Tabela 3). As deposições dos tratamentos aplicados com o pulverizador eletrostático não diferiram entre si (ligado e desligado) e também para maioria dos tratamentos aplicados com turbopulverizador convencional (Tabela 3). Os bons resultados de deposição de calda obtidos pelos tratamentos com volume de 22,5 mL.m⁻³ aplicado com o equipamento eletrostático ligado e desligado podem ser explicados, pela correção da dose do Cu²⁺ e pelo momento da aplicação dos tratamentos com boas condições de temperatura e umidade relativa do ar e baixa produtividade e frutos pequenos nas plantas (< 5 cm de diâmetro), o que, respectivamente, reduziu a perda de calda aplicada por evaporação e deriva e facilitou a penetração das gotas da calda na copa das plantas. A baixa variação na deposição entre os tratamentos, principalmente na posição interna das copas das plantas cítricas, pode explicar a pequena variação do controle do ácaro da leprose nos dois experimentos.

Também foram observadas maiores deposições de calda na parte externa da copa do que na parte interna, além de menores deposições no terço superior da copa das plantas, seguido pelo terço médio e pelo terço inferior (Tabela 3).

**Tabela 3.** Deposição média de cobre (μg de $\text{Cu}^{2+} \cdot \text{cm}^{-2}$ de folha) na parte externa e interna da copa das plantas, nas aplicações de diferentes volumes de calda com diferentes pulverizadores, nos experimentos 1 e 2.

| Pulverizador | Volume ($\text{mL} \cdot \text{m}^{-3}$) | Deposição (μg de $\text{Cu}^{2+} \cdot \text{cm}^{-2}$ de folha) | | | | | |
|-------------------------|--|--|----------|---------|---------------|---------|----------|
| | | Experimento 1 | | | Experimento 2 | | |
| | | Externo | Interno | DMS(5%) | Externo | Interno | DMS (5%) |
| Eletrostático desligado | 22,5 ^c | 3,73 aA | 2,17 bB | 0,75 | 3,10 abA | 0,41 aB | 0,68 |
| Eletrostático ligado | 22,5 ^c | 3,87 aA | 2,21 bB | 0,75 | 2,86 abcA | 1,02 aB | 0,68 |
| Convencional | 100 | 2,22 bA | 1,92 bA | 0,75 | 2,10 cA | 0,88 aB | 0,68 |
| Convencional | 140 | 3,69 aA | 2,89 abB | 0,75 | 2,25 bcA | 0,84 aB | 0,68 |
| Convencional | 180 | 3,65 aA | 3,41 aA | 0,75 | 3,45 aA | 1,27 aB | 0,68 |
| | DMS (5%) | 1,05 | 1,05 | | 0,95 | 0,95 | |

Valores com letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Valores com letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si dentro do experimento pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

^c Para este volume de calda a dose dos acaricidas foi corrigida para equiparar à dose de ingrediente ativo por hectare do tratamento com pulverizador convencional no volume de calda de $100 \text{ mL} \cdot \text{m}^{-3}$ de copa.

Nos dois experimentos, observou-se uma menor cobertura nos tratamentos com o turbopulverizador adaptado com o sistema eletrostático (médias de 26 a 38%), que se diferenciaram significativamente dos tratamentos com turbopulverizador convencional (médias de 48 a 69%) (Tabela 4).

Tabela 4. Cobertura média da calda na parte inferior, mediana e superior da copa das plantas, nas aplicações de diferentes volumes de calda com diferentes pulverizadores, nos experimentos 1 e 2.

| Pulverizador | Volume ($\text{mL} \cdot \text{m}^{-3}$) | Cobertura (%) | | | | | | | |
|-------------------------|--|---------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|
| | | Experimento 1 | | | | Experimento 2 | | | |
| | | Inferior | Mediano | Superior | DMS (5%) | Inferior | Mediano | Superior | DMS (5%) |
| Eletrostático desligado | 22,5 ^c | 56,6 bA | 35,4 bAB | 20,9 abB | 20,0 | 36,4 bA | 28,1 bB | 14,8 bB | 19,3 |
| Eletrostático ligado | 22,5 ^c | 45,4 bA | 28,2 bA | 11,8 bB | 20,0 | 38,5 bA | 31,7 bAB | 12,3 bB | 19,3 |
| Convencional | 100 | 91,9 aA | 76,9 aA | 15,0 bB | 20,0 | 67,3 aA | 57,6 aA | 19,5 abB | 19,3 |
| Convencional | 140 | 83,9 aA | 84,3 aA | 25,4 abB | 20,0 | 75,6 aA | 63,7 aA | 19,6 abB | 19,3 |
| Convencional | 180 | 88,7 aA | 74,6 aB | 42,9 aB | 20,0 | 65,3 aA | 44,8 abA | 38,2 aB | 19,3 |
| | DMS (5%) | 23,3 | 23,3 | 23,3 | | 22,5 | 22,5 | 22,5 | |

Valores com letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Valores com letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si dentro do experimento pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

^c Para este volume de calda a dose dos acaricidas foi corrigida para equiparar à dose de ingrediente ativo por hectare do tratamento com pulverizador convencional no volume de calda de $100 \text{ mL} \cdot \text{m}^{-3}$ de copa.



O tratamento com o turbopulverizador eletrostático SPE ligado não se diferenciou do tratamento turbopulverizador eletrostático desligado, indicando que provavelmente o equipamento não está conseguindo eletrificar corretamente as gotas. Provavelmente, nas vazões dos bicos SPE utilizadas nos experimentos 1 e 2, respectivamente, 915 e 748 mL.min⁻¹, as gotas produzidas tiveram intensidade de carga média abaixo dos 4 mC.L⁻¹ necessários para o bom funcionamento do equipamento eletrostático, como afirmado por Chaim (2006).

Para volumes de aplicação abaixo da máxima retenção foliar (ou ponto de escorrimento), considerado para citros ao redor de 100 mL.m⁻³ de copa (Ramos et al., 2007), a cobertura da calda (sua distribuição sobre o alvo biológico) pode influenciar significativamente o controle do ácaro da leprose. Entretanto, para volumes acima do ponto de escorrimento, como foi o caso deste trabalho, são os depósitos residuais que mais podem influenciar nos níveis de controle (Raetano & Matuo, 1999).

Assim, baseado nestes resultados e com uma margem de segurança, coberturas iguais ou maiores que 50% são tidas como referência para um bom controle do ácaro da leprose dos citros sem necessidade de correção de dose (Scapin & Ramos, 2017). Para coberturas entre 25 e 50%, no volume de calda abaixo de 100 mL.m⁻³, haveria a necessidade de correção de dose para se ter um bom controle do ácaro da leprose.

De maneira geral, para todos os tratamentos e experimentos, a cobertura de calda na parte inferior e mediana da copa foi significativamente maior que na parte superior (Tabela 4) e, no Exp. 1 a cobertura da parte externa da planta foi maior que a cobertura interna (Tabela 4), reforçando a necessidade de maior atenção à pulverização da parte interna e do topo da planta.

Todos os tratamentos apresentaram cobertura e deposição do acaricida nas plantas em quantidades suficientes para um bom controle do ácaro da leprose dos citros. Portanto, é possível a adequação do volume de calda de modo a reduzir o gasto com água e acaricida e aumentar a capacidade operacional da pulverização para o controle do ácaro da leprose sem perda da eficiência.

Referências

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.

Chaim, A. 2006. **Pulverização eletrostática**: principais processos utilizados para eletrificação de gotas. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 18 p.

Decaro, R.A., Decaro Júnior, T.S., Ferreira, M.C. 2013. Influência de produtos fitossanitários e chuvas simuladas na deposição de caldas pulverizadas em mudas de citros. **VI SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação**. Londrina, PR. 2013.

Raetano, C.G., Matuo, T. 1999. Efeito da pulverização com turboatomizadores em diferentes condições operacionais no controle de ácaros em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 28(1):131-140.

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.

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



CONTROLE DO ÁCARO DA LEPROSE DOS CITROS PELO ACARICIDA ESPIRODICLOFENO: INFLUÊNCIA DA MISTURA EM TANQUE E DA FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DE INSETICIDAS

Márcio Alexandre Jorge¹, Cláudia Fernandes Gasparino Ferracini¹, Gabriela Torres Otrenti¹, Samuel de Moura Silva², Renato Beozzo Bassanezi²
m.jorge@cambuhy.com.br

¹Cambuhy Agrícola Ltda., Matão/SP

²Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara/SP

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 estudo teve o objetivo de avaliar o controle do ácaro proporcionado pelo acaricida espirodiclofeno aplicado sozinho ou em mistura com inseticidas comumente utilizados para o controle do psílideo *Diaphorina citri*. Neste estudo foram realizados três experimentos, delineados em blocos com parcelas casualizadas, em pomar de laranjeira doce 'Valência Americana' enxertada em citrumeleiro 'Swingle', com mais de 10 anos.

Nos três experimentos foram avaliados os mesmos cinco tratamentos, nos quais o acaricida espirodiclofeno (Envidor 240 SC, Agro Bayer) foi aplicado sozinho ou em mistura com um dos 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 espirodiclofeno, 50 g de dimetoato; 96 g de clorpirifós, 4 g de imidacloprido e 0,5 g de beta-ciflutrina.

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, correspondendo a 93 mL/m³ de copa no experimento 1, 114 mL/m³ de copa, no experimento 2, e 124 mL/m³ de copa no experimento 3. Os equipamentos e as condições operacionais das aplicações dos tratamentos nos três experimentos estão descritos na Tabela 1.

Antes e após a aplicação dos tratamentos foram realizadas avaliações para determinar a infestação do ácaro da leprose em frutos e ramos em cada parcela, inspecionando-se 2% das



plantas de cada parcela e 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. Os tratamentos então foram comparados entre si para as seguintes variáveis: tempo para o índice de infestação do ácaro zerar, o período de controle do ácaro para o nível de infestação de 5% e índice de infestação médio até que o nível de infestação do ácaro fosse igual ou maior que 105 em todas as parcelas.

Tabela 1. Equipamentos e condições operacionais 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 ³ copa) |
|------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--|
| 1 | JD 5078 (John Deere) | 2,2 | 42 | 90 | 93 |
| 2 | NH5TL75 (New Holland) | 2,0 | 39 | 70 | 114 |
| 3 | NH5TL75 (New Holland) | 2,0 | 46 | 115 | 124 |

Nos três experimentos do primeiro estudo, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos sem e com misturas de inseticidas ao acaricida espiroclorfenol 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 (Tabelas 2, 3 e 4). 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.

Tabela 2. Infestação inicial, tempo para zerar, período de controle para 5% 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) | Infestação média após aplicação ^{**} (%) |
|---|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---|
| Espiroclorfenol (0,4 L) | 3,6 ± 1,1 | 24,8 ± 4,2 | 50,0 ± 3,6 | 4,3 ± 0,8 |
| Espiroclorfenol (0,4 L) + Dimetoato (2,0L) | 2,9 ± 0,6 | 19,2 ± 6,2 | 75,2 ± 20,0 | 3,3 ± 1,2 |
| Espiroclorfenol (0,4 L) + Clorpirifós (4,0L) | 2,4 ± 0,8 | 11,0 ± 4,3 | 47,2 ± 5,9 | 4,4 ± 0,9 |
| Espiroclorfenol (0,4 L) + Imidacloprido (0,4L) | 2,8 ± 0,4 | 24,8 ± 3,9 | 78,0 ± 17,9 | 5,2 ± 1,7 |
| Espiroclorfenol (0,4 L) + Beta-ciflutrina (0,2L) | 2,5 ± 0,7 | 17,3 ± 7,8 | 79,8 ± 13,2 | 5,0 ± 2,2 |
| Valor de P | 0,9185 | 0,3217 | 0,4723 | 0,9485 |

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 3.** Infestação inicial, tempo para zerar, período de controle para 5% 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) | Infestação média após aplicação** (%) |
|---|-------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Espirodiclofeno (0,4 L) | 6,5 ± 2,0 | 20,0 ± 6,3 | 63,0 ± 7,9 | 6,5 ± 0,6 |
| Espirodiclofeno (0,4 L) + Dimetoato (2,0L) | 6,8 ± 1,6 | 11,6 ± 5,6 | 88,4 ± 17,0 | 6,1 ± 0,9 |
| Espirodiclofeno (0,4 L) + Clorpirifós (4,0L) | 6,8 ± 1,6 | 11,6 ± 5,6 | 102,2 ± 14,7 | 4,7 ± 0,8 |
| Espirodiclofeno (0,4 L) + Imidacloprido (0,4L) | 7,3 ± 1,0 | 17,2 ± 2,8 | 48,8 ± 6,7 | 6,6 ± 1,0 |
| Espirodiclofeno (0,4 L) + Beta-ciflutrina (0,2L) | 6,8 ± 1,5 | 14,4 ± 3,4 | 80,2 ± 20,0 | 5,6 ± 0,6 |
| Valor de P | 0,9995 | 0,5403 | 0,1949 | 0,4788 |

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 4. Infestação inicial, tempo para zerar, período de controle para 5% 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) | Infestação média após aplicação** (%) |
|---|-------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Espirodiclofeno (0,4 L) | 16,3 ± 5,8 | NA | 36,7 ± 2,7 | 14,7 ± 1,1 |
| Espirodiclofeno (0,4 L) + Dimetoato (2,0L) | 16,2 ± 4,4 | NA | 36,5 ± 2,5 | 12,6 ± 1,5 |
| Espirodiclofeno (0,4 L) + Clorpirifós (4,0L) | 16,5 ± 2,8 | NA | 39,0 ± 3,1 | 10,3 ± 1,8 |
| Espirodiclofeno (0,4 L) + Imidacloprido (0,4L) | 17,1 ± 3,0 | NA | 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 | 12,2 ± 1,9 |
| Valor de P | 0,9477 | | 0,7236 | 0,2819 |

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 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.



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 et al. (2019) 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 et al. (2019) 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.

O segundo estudo teve como objetivo avaliar o período de controle do ácaro proporcionado pelo acaricida espiroclorfenol em talhões sujeitos a diferentes frequências de aplicações de inseticidas.

Para este estudo foram selecionados dados históricos sobre as datas de pulverizações do acaricida espiroclorfenol e dos índices de infestação do ácaro da leprose 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 psílido: 7 a 8 dias, 10 a 12 dias e 15 a 19 dias de intervalo entre aplicações.

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 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 maior ou igual a 5% detectados após 30 dias da aplicação dos tratamentos.

A análise do período de controle do ácaro da leprose em função do intervalo de aplicação de inseticidas para o controle do psílido, 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 5. 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 laranja 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) ^x | | | | N |
|---|--|---------|--------|--------|-----|
| | Média ± EPM ^y | 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 (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 (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 (Kendig et al., 2010; 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, Da 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/m³ 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.



Referências

- Bassanezi, R.B. 2018. Mudanças na citricultura e o controle do ácaro da leprose dos citros. **Citricultura Atual** 117:21-24.
- 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.
- 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 Vechia, 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.
- Della Vechia, J.F., Bassanezi, R.B., Andrade, D.J. 2019. Physicochemical and biological compatibility of insecticide mixtures with acaricide in the management of Brevipalpus yothersi. **Systematic & Applied Acarology** 24(8):1455-1464.
- Guedes, R.N.C., Cutler, G.C. 2014. Pesticide-induced hormesis and arthropod pest management. **Pest Management Science** 70:690-697.
- 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.
- 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.
- Wang, L.P., Shen, J., Ge, L.Q., Wu, J.C., Yang, G.Q., Jahn, G.C. 2010. Insecticide-induced increase in the protein content of male accessory glands and its effect on the fecundity of females in the brown planthopper Nilaparvata lugens Stål (Hemiptera: Delphacidae). **Crop Protection** 29:1280-1285.
- 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.
- Zeng, C.X., Wang, J.J. 2010. Influence of exposure to imidacloprid on survivorship, reproduction and vitellin content of the carmine spider mite, Tetranychus cinnabarinus. **Journal of Insect Science** 10:1-9.



MISTURAS DE INSETICIDAS, ENXOFRE E O ACARICIDA CIFLUMETOFEM EM TANQUE DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE DO ÁCARO DA LEPROSE DOS CITROS

Tony Anderson Florian dos Santos¹, Cláudia Fernandes Gasparino Ferracini², Gabriela Torres Otrenti², Samuel de Moura Silva³, Renato Beozzo Bassanezi³
tony.florian@hotmail.com

¹Iharabras S.A. Indústrias Químicas, Sorocaba/SP

²Cambuhy Agrícola Ltda., Matão/SP

³Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara/SP

A ocorrência concomitante de diversas pragas e doenças tem aumentado significativamente os custos de produção de laranja. Desta forma, a aplicação de dois ou mais produtos misturados no tanque de pulverização tem sido uma tendência na citricultura com os objetivos de controlar múltiplos alvos biológicos e reduzir os custos operacionais. Entretanto, pouco se sabe a respeito da compatibilidade entre os produtos que compõe a mistura e da eficiência de controle dos alvos biológicos no campo.

Entre as diversas misturas em tanque utilizadas pelos citricultores, tem sido comum a mistura de inseticidas com acaricidas para o controle do psílideo *Diaphorina citri* e do ácaro *Brevipalpus yothersi*, respectivamente. Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar o controle do ácaro da leprose dos citros proporcionado pela mistura do acaricida ciflumetofem (Okay 200 SC, Iharabras S.A. Indústrias Químicas, Sorocaba/SP), com ou sem a adição de enxofre (Agrothio 800 SC, Bio Soja Indústrias Químicas e Biológicas Ltda., São Joaquim da Barra/SP), com os inseticidas imidacloprido (Imidagold 700 WG, UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S;A., Ituverava/SP), dimetoato (Agritoato 400 EC, Nufarm Indústria Química e Farmacêutica S.A., Maracanaú/CE), clorpirifós (Nufos 840 EC, FMC Química do Brasil Ltda., Campinas/SP) e fenpropatrina (Danimen 300 EC, Iharabras S.A. Indústrias Químicas, Sorocaba/SP),

Foram realizados dois experimentos em talhões de laranjeira doce ‘Valência Americana’ com mais de dez anos, na Fazenda Cambuhy, localizada no município de Matão/SP. O primeiro experimento foi iniciado em agosto de 2017 e contou com cinco tratamentos (acaricida isolado e acaricida misturado com cada um dos quatro inseticidas) em seis repetições (seis parcelas com 480 a 600 plantas para cada tratamento). O segundo experimento, iniciado em março de 2018, teve os mesmos tratamentos, porém com a adição de enxofre à calda de pulverização e outro tratamento apenas com o inseticida dimetoato e enxofre, em cinco repetições (cinco parcelas com 528 plantas para cada tratamento). Os produtos foram aplicados nas seguintes doses de ingrediente ativo por 100 L de água: 8 g de ciflumetofem, 4 g de imidacloprido, 40 g de dimetoato, 48 g de clorpirifós, 2,25 g de fenpropatrina e 200 g de enxofre.



Os tratamentos foram aplicados com o turbopulverizador de arrasto Arbus 4000 L (Máquinas Agrícolas Jacto S.A., Pompéia/SP) com defletor unilateral tracionado por um trator NH5 TL75 (New Holland Industrial Latin América Ltda., Curitiba/PR) em primeira marcha reduzida, na rotação de 2.000 rpm, com velocidade média de 2,02 km/h. Para os dois experimentos, o ramal de bicos utilizado foi o especial de baixo volume. Nos experimentos 1 e 2, respectivamente, foram usados 40 e 38 bicos Disc & Core (AD/AC) (Jacto, Pompéia, SP), disco de cerâmica AD-3 (RG 028.761) e AC25 (RG 006.478), adequando-se o número de ponta e difusor para cada experimento, considerando-se uma pressão média de 70 a 80 psi no experimento 1 e 100 a 110 psi no experimento 2. O volume de calda aplicado variou de 160 a 170 mL/m³ de copa.

Antes e após a aplicação dos tratamentos foram realizadas avaliações quinzenais da infestação do ácaro da leprose em 10 plantas de cada parcela, inspecionando-se cinco frutos e cinco ramos por planta para verificar a presença do ácaro da leprose. Com estas informações foram calculadas para cada tratamento a infestação inicial do ácaro antes da aplicação dos tratamentos, a eficiência de controle aos 37 dias após a aplicação (DAA) (Exp.2), o período de controle para atingir índices de infestação de 1%, 5% e 10% (Exp.1) e a área abaixo da curva de progresso do índice de infestação do ácaro (AACPII) durante todo o período de avaliação dos experimentos 1 e 2.

Após a aplicação dos tratamentos do experimento 1, em agosto de 2017, quando o índice de infestação inicial médio do ácaro da leprose era de 1,4% (Tabela 1), o índice de infestação manteve-se abaixo de 5% (nível de ação adotado na propriedade) até a segunda quinzena de janeiro de 2018. Após a segunda quinzena de janeiro de 2018, a população do ácaro começou a aumentar em todos os tratamentos e atingiu uma infestação média de 28,4% no final de março de 2018, quando a infestação passou de 10% em todas as parcelas e o experimento foi encerrado (Figura 1A).

A eficiência de controle do ácaro da leprose aos 36 DAA não foi calculada no experimento 1, pois a infestação do ácaro no momento da aplicação era baixa (média de 1,4% de órgãos com a presença do ácaro) e havia muitas parcelas nas quais não se detectou a presença do ácaro da leprose (22 de 30 parcelas).

Os períodos de controle médios obtidos até atingir índices de infestação de 1%, 5% e 10% foram de 140,0 a 191,3 dias (média de 167,4 dias), 160,8 a 191,3 dias (média de 178,4 dias) e 183,0 a 196,5 dias (média de 189,3 dias), respectivamente, não havendo diferenças significativas entre as médias dos tratamentos do acaricida em mistura com os inseticidas em relação ao tratamento com acaricida sozinho (Tabela 1).

Quanto aos valores médios da AACPII, que representa a flutuação da população do ácaro após a aplicação dos tratamentos, também não se observou diferenças significativas entre os tratamentos sem e com mistura (Tabela 1).



Tabela 1. Média \pm erro padrão da média da infestação inicial de ácaro da leprose 19 dias antes da aplicação dos tratamentos, período de controle para infestação de 1%, 5% e 10% e área abaixo da curva de progresso do índice de infestação aos 225 dias após a aplicação (AACPII) para os tratamentos com ciflumetofem sozinho ou em mistura com inseticidas, no experimento 1.

| Trat. | Ingrediente ativo | Infestação inicial (%) | Período de controle (dias) para infestação de | | | AACPII |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | | | 1% | 5% | 10% | |
| 1 | Ciflumetofem | 1,1 \pm 1,2 ^{ns} | 191,3 \pm 4,4 ^{ns} | 191,3 \pm 6,7 ^{ns} | 193,8 \pm 8,0 ^{ns} | 984 \pm 176 ^{ns} |
| 2 | Ciflumetofem + Dimetoato | 2,2 \pm 1,8 | 171,0 \pm 6,3 | 184,5 \pm 7,4 | 184,5 \pm 7,3 | 1361 \pm 190 |
| 3 | Ciflumetofem + Fenpropatrina | 1,1 \pm 1,1 | 158,3 \pm 19,6 | 160,8 \pm 19,0 | 183,0 \pm 15,6 | 1126 \pm 407 |
| 4 | Ciflumetofem + Imidacloprido | 1,7 \pm 1,2 | 176,5 \pm 12,7 | 184,7 \pm 7,8 | 188,8 \pm 8,0 | 1058 \pm 191 |
| 5 | Ciflumetofem + Clorpirifós | 1,7 \pm 0,7 | 140,0 \pm 7,5 | 170,8 \pm 14,3 | 196,5 \pm 11,7 | 848 \pm 159 |
| Valor de <i>P</i> | | 0,9757 | 0,0970 | 0,5166 | 0,9053 | 0,7429 |

^{ns} = média dos tratamentos na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

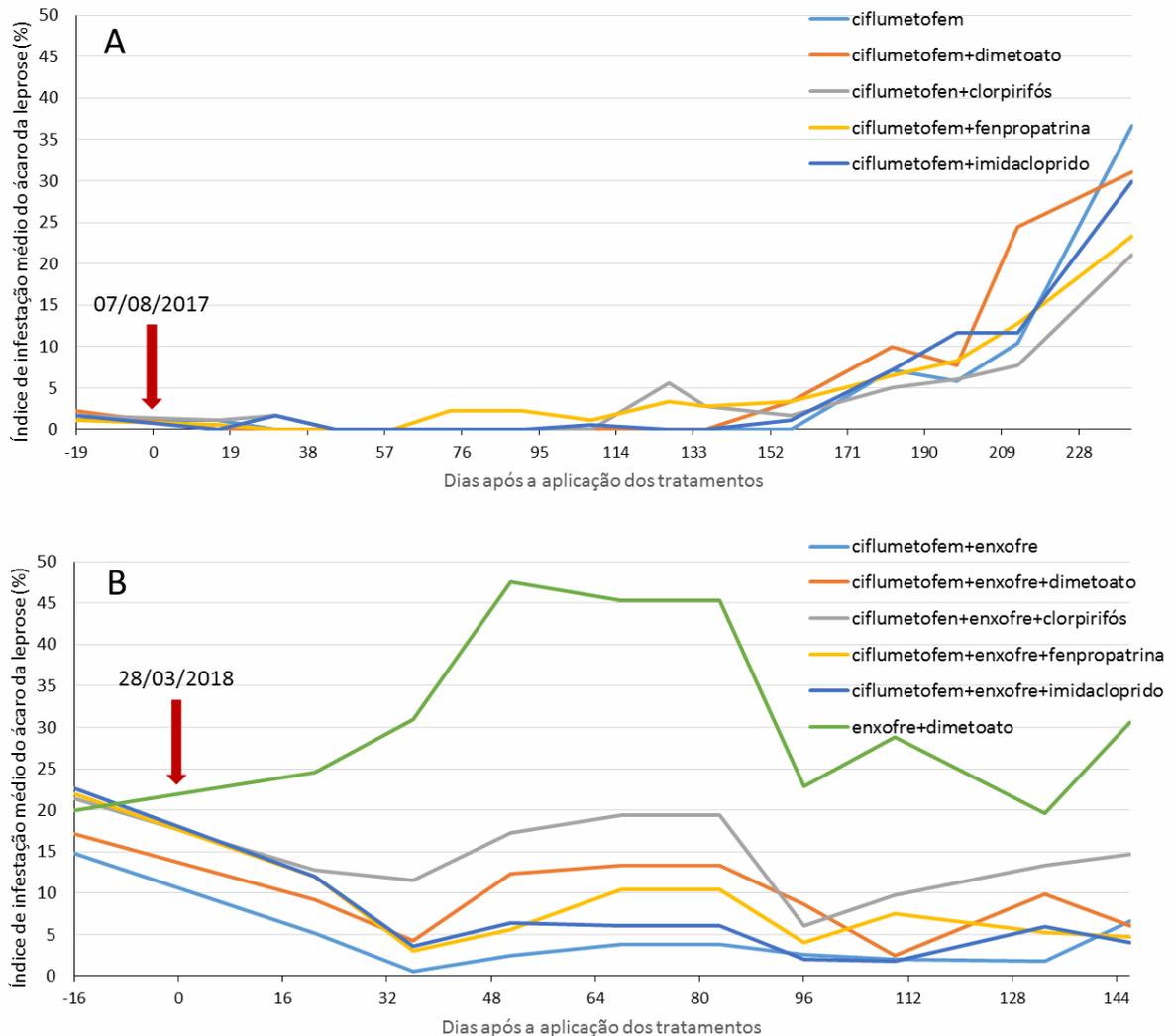


Figura 1. Progresso do índice de infestação médio do ácaro da leprose antes e após a aplicação dos tratamentos no experimento 1 (A) e 2 (B). A seta vermelha indica o dia da aplicação dos tratamentos. Valores em cada data de avaliação são média de seis repetições no experimento 1 e de cinco repetições no experimento 2.

Períodos de controle prolongados do ácaro da leprose estão geralmente associados a aplicações de acaricida em plantas com baixo índice de infestação do ácaro e/ou em plantas sem a presença de frutos e/ou podadas antes da aplicação, o que facilita a operação de pulverização do acaricida e a obtenção de uma melhor cobertura e deposição de calda em toda copa da planta, tanto externa como internamente (Sichieri, 2018; Jorge, 2019). Adicionalmente, aplicações em épocas desfavoráveis à reprodução e multiplicação do ácaro, como período de menor déficit hídrico, também estão relacionadas a um maior período de controle do ácaro (Sichieri, 2018; Jorge, 2019).

No experimento 1, todos os fatores favoráveis para o controle do ácaro da leprose ocorreram ao mesmo tempo, uma vez que as plantas foram colhidas e podadas 30 dias antes da aplicação dos tratamentos, o índice de infestação era baixo, a aplicação foi realizada no final do período das secas e choveu apenas 40 mm no período de 40 dias após a aplicação. Neste experimento, a cobertura de calda média foi de 31,8%, 58,6% e 70,3% nos terços superior, médio e inferior da copa da planta, respectivamente. Indicando que pode ocorrer uma possível deficiên-



cia de controle apenas no terço superior da copa, onde a cobertura foi menor que 50%, conforme recomendado (Scapin & Ramos, 2017). Para corrigir esta possível falha, deve-se dimensionar melhor o turbopulverizador em relação ao tamanho da planta, para que a turbina fique na altura correspondente à metade da altura da copa da planta.

Outra possível explicação para o aumento populacional do ácaro é que, a partir do final de janeiro, por ser uma variedade precoce, os frutos de 'Valência Americana' apresentaram rápido crescimento e maturação, favorecendo o crescimento da população do ácaro da leprose, uma vez que nesta época já não há mais resíduo do acaricida aplicado em agosto. Os frutos são os órgãos da planta preferidos para a reprodução do ácaro da leprose (Chiavegato, 1986) e a população cresce à medida que os frutos se desenvolvem e chegam perto da maturação (Bazzo, 2016).

No caso do experimento 2, no momento da aplicação, em março de 2018, as plantas estavam, aos 16 dias antes da aplicação, com índice de infestação do ácaro alta (média de 19,7%), com presença de frutos e sem poda, e choveu 138 mm nos primeiros 40 dias após a aplicação, condições bastante desfavoráveis para obtenção de um bom controle inicial e residual do ácaro (Tabela 2). Neste experimento, a cobertura de calda média foi de 41,4%, 54,6% e 43,8% nos terços superior, médio e inferior, respectivamente (Scapin & Ramos, 2017).

Tabela 2. Média \pm erro padrão da média da infestação inicial de ácaro da leprose 16 dias antes da aplicação dos tratamentos, eficiência de controle 37 dias após a aplicação e área abaixo da curva de progresso do índice de infestação aos 125 dias após a aplicação (AACPII) para os tratamentos com ciflumetofem sozinho ou em mistura com inseticidas, no experimento 2.

| Trat. | Ingrediente ativo | Infestação inicial (%) | Eficiência de controle (%) | AACPII |
|-------|---|------------------------------|----------------------------|-------------------|
| 1 | Ciflumetofem + Enxofre | 14,8 \pm 1,1 ^{ns} | 94,0 \pm 8,5 a | 347 \pm 248 b |
| 2 | Ciflumetofem + Enxofre + Dimetoato | 17,2 \pm 2,7 | 78,2 \pm 8,4 a | 1112 \pm 324 b |
| 3 | Ciflumetofem + Enxofre + Fenpropratrina | 22,0 \pm 4,3 | 86,0 \pm 4,3 a | 855 \pm 303 b |
| 4 | Ciflumetofem + Enxofre + Imidacloprido | 22,6 \pm 2,4 | 85,0 \pm 6,1 a | 623 \pm 132 b |
| 5 | Ciflumetofem + Enxofre + Clorpirifós | 21,4 \pm 4,5 | 43,1 \pm 17,8 a | 1724 \pm 545 ab |
| 6 | Enxofre + Dimetoato | 20,0 \pm 4,7 | -40,1 \pm 23,2 b | 4159 \pm 1179 a |
| | Valor de P | 0,6777 | <0,0001 | 0,0040 |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para todos os tratamentos com o acaricida, a população do ácaro da leprose diminuiu após a aplicação até os 36 DAA (03/05/2018), quando foram registrados os menores índices médios (0,6%; 4,3%; 11,5%; 3,0% e 3,6%, respectivamente, para os tratamentos ciflumetofem+ enxofre; ciflumetofem + enxofre + dimetoato; ciflumetofem + enxofre + fenpropratrina; ciflumetofem + enxofre + imidacloprido e ciflumetofem + enxofre + clorpirifós) (Figura 1B). Aos 36 DAA dos tratamentos com o acaricida ciflumetofem no experimento 2, apenas 44% das parcelas com acaricida ciflumetofem (11 de 25 parcelas) estavam com índice de infestação igual a 0% e ainda havia 40% das parcelas (10 de 25 parcelas) com o índice de infestação acima de 5% em todos os tratamentos com acaricida ciflumetofem (Figura 1B).

A eficiência média de controle dos tratamentos com o acaricida ciflumetofem aos 36 DAA foi de 77,3% (Tabela 2). Contudo, essa eficiência foi significativamente maior que nas parcelas sem aplicação do acaricida (somente com aplicação de enxofre e dimetoato), no qual ao invés da redução da população do ácaro após a aplicação do tratamento, observou-se um incremento de 40,1% aos 36 DAA (Tabela 2). Para este tratamento sem o ciflumetofem houve crescimento do índice de infestação desde o momento da aplicação, com índice máximo de 47,5% aos 54 DAA (21/05/2018). Este incremento de 2,4 vezes do índice de infestação do ácaro da leprose no tratamento sem acaricida ciflumetofem ocor-



reu em decorrência do desenvolvimento dos frutos e condições climáticas mais favoráveis ao ácaro, isto é, de menor precipitação pluviométrica a partir de abril (Laranjeira et al., 2015). Também mostrou que o enxofre não foi eficiente para o controle do ácaro da leprose, corroborando com as observações anteriores de Franco et al. (2007) e Silva et al. (2012). Assim como observado neste trabalho no campo, o inseticida dimetoato também não apresentou efeito acaricida quando aplicado isoladamente sobre o ácaro da leprose em condições de laboratório (Della Vechia & Andrade, 2018).

A partir de maio de 2018, com mais de 40 DAA, quando o acaricida já não tem mais efeito residual (24 dias segundo o fabricante), houve aumento progressivo do índice de infestação do ácaro em todos tratamentos com o acaricida ciflumetofem, com pico populacional registrado aos 82 dias após a aplicação (19/06/2018). Nesta avaliação, os índices de infestação médios foram de 3,8%, 13,4%, 19,4%, 10,4% e 6,0%, respectivamente, para os tratamentos ciflumetofem + enxofre; ciflumetofem + enxofre + dimetoato; ciflumetofem + enxofre + fenpropratrina; ciflumetofem + enxofre + imidacloprido e ciflumetofem + enxofre + clorpirifós) (Figura 1B). Em 02/07/2018 (96 dias após a aplicação) houve uma queda na população do ácaro observada em todos os tratamentos, inclusive no tratamento sem aplicação do ciflumetofem (Figura 1B).

Ainda no experimento 2, também não foram observadas diferenças entre o tratamento com aplicação isolada do acaricida ciflumetofem com os tratamentos em mistura com inseticidas e enxofre para as variáveis eficiência de controle aos 36 DAA e AACPII (Tabela 2), indicando que a eficiência do acaricida ciflumetofem não foi comprometida pelas misturas com os inseticidas testados e também com o enxofre.

Os resultados corroboram com dados obtidos por Della Vechia & Andrade (2018), que não observaram incompatibilidade físico-química, em ensaios laboratoriais, entre o acaricida ciflumetofem e os inseticidas abamectina, beta-ciflutrina, bifentrina, buprofezim, clorpirifós, cipermetrina, dimetoato, fosmete, imidacloprido, piriproxifem e tiametoxam. Também não observaram redução da mortalidade do ácaro da leprose, em condições de laboratório, quando o acaricida ciflumetofem foi misturado com os inseticidas acima citados, observando eficiência de 100% após a aplicação do acaricida sozinho ou em mistura com cada um dos inseticidas.

A ausência de efeito das misturas com inseticidas na eficiência do acaricida ciflumetofem pode estar associada ao mecanismo de ação deste produto. O ciflumetofem atua na respiração celular e este após ser ingerido pelos ácaros é rapidamente metabolizado causando a morte rápida dos ácaros. Provavelmente, o efeito de choque do ciflumetofem limita a absorção dos inseticidas através do tegumento dos ácaros e impede que os inseticidas utilizados em mistura com esse acaricida sejam capazes de aumentar a atividade de enzimas detoxificantes ao acaricida (Van Leeuwen et al., 2007). Nos experimentos realizados por Della Vechia & Andrade (2018), o ciflumetofem causou mortalidade de 100% dos ácaros da leprose em apenas dois dias após o tratamento. Este rápido efeito do ciflumetofem também foi observado para o ácaro *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), cujos adultos tratados com ciflumetofem começaram a perder a coordenação perambulatória cerca de quatro horas após o tratamento e dentro de 24 horas foram completamente paralisados (Takahashi et al., 2012).

Com base nos resultados deste trabalho, corroborados pelo trabalho de Della Vechia & Andrade (2018), pode-se concluir que a aplicação do acaricida ciflumetofem para o controle do ácaro da leprose, se necessário, pode ser feita em mistura com os inseticidas dimetoato, clorpirifós, fenpropratrina e imidacloprido, com ou sem enxofre, sem comprometer a eficiência de controle pelo acaricida, sendo esta, uma alternativa para reduzir os custos operacionais do controle de importantes pragas e doenças dos citros. A mistura de agrotóxicos deve ser realizada de forma ponderada e precedida da comprovação da sua eficiência por meio de estudos científicos ou pelo uso no campo. Misturas que afetem a eficiência de controle do alvo biológico poderão acarretar na necessidade de reaplicações em curto espaço de tempo, o que poderá aumentar ainda mais os custos de produção.



Referências

- 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.
- Chiavegato, L.G. 1986. Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 21:813-816.
- Della Vechia, J.F., Andrade, D.J. 2018. **Interação entre produtos fitossanitários no manejo de *Brevipalpus yothersi* na cultura dos citros**. Relatório de Pesquisa. 25 p.
- Franco, C.R., Casarin, N.F.B., Domingues, F.A., 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.
- Jorge, M.A. 2019. Controle do ácaro da leprose dos citros pelo acaricida espirodiclofeno: influência da mistura em tanque e da frequência de aplicação de inseticidas. 34 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Laranjeira, F.F., Silva, S.X.B., Andrade, E.C., Almeida, D.O., Silva, T.S.M., Soares, A.C.F., Freitas-As-túa, J. 2015. Infestation dynamics of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) in citrus orchards as affected by edaphic and climatic variables. **Experimental Applied Acarology** 66: 491-508.
- 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.
- Silva, M.Z., Sato, M.E., Oliveira, C.A.L., Veronez, B. 2012. Toxicidade de agroquímicos ao ácaro-da-leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) e ao ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Tenuipalpidade, Phytoseiidae). **Arquivos do Instituto Biológico** 79:363-370.
- Takahashi, N., Nakagawa, H., Sasama, Y., Ikemi, N. 2012. Development of a new acaricide, cyflumetofen. **Journal of Pesticide Science** 37:263-264.
- Van Leeuwen, T., Van Pottelberge, S., Nauen, R., Tirry, L. 2007. Organophosphate insecticides and acaricides antagonise bifenazate toxicity through esterase inhibition in *Tetranychus urticae*. **Pest Management Science** 63:1172-1177.



ALTERAÇÕES BIOECOLÓGICAS ASSOCIADAS AO AUMENTO POPULACIONAL DE *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) E *Panonychus citri* (Mcgregor) (Acari: Tetranychidae) APÓS APLICAÇÃO DE INSETICIDAS EM CITROS

Aloisio de Padua Mendes da Costa¹, Odimar Zanuzo Zanardi², Marcelo Pedreira de Miranda²
aloisiodepadua.mendes@bayer.com

¹Bayer S.A., Belford Roxo/SP

²Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, Araraquara/SP

O controle químico constitui uma das principais táticas de supressão populacional de insetos praga que causam danos as plantas cítricas. Apesar da alta eficácia, o intenso uso desses compostos pode alterar não somente a densidade e a dinâmica populacional dos insetos alvo, mas também pode favorecer o aumento populacional de ácaros fitófagos que habitam/colonizam as plantas cítricas. Aumento na população dos ácaros da leprose *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) vetor do *Citrus leprosis virus* (CiLV) e *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), considerado um dos principais ácaros desfolhadores dos citros tem sido observado após a aplicação de inseticidas para o controle de insetos praga nos últimos anos em plantas cítricas. Inicialmente, os surtos populacionais de ácaros fitófagos estavam associados à mortalidade dos inimigos naturais pelos inseticidas (Trichilo & Wilson, 1993; Childers & Abou-Setta, 1999). No entanto, estudos mais aprofundados mostraram que a melhoria nas condições nutricionais ou fisiológicas das plantas hospedeiras (trofobiose) proporcionada pelos inseticidas aplicados sistemicamente (Szczepaniec & Raupp, 2013), aumento na dispersão e/ou repelência (Barros et al., 2007), alterações no comportamento de alimentação e oviposição (Hall & Thacker, 1993) e efeito hormese (Guedes et al., 2009; Cordeiro et al., 2013; Zanardi et al., 2018) também podem contribuir para o aumento populacional de ácaros fitófagos após a aplicação de inseticidas.

Hormese é um fenômeno caracterizado pelo comportamento bifásico na curva concentração-resposta, que implica ao organismo exposto a um determinado agente estressor, duas respostas biológicas, sendo uma estimulante e outra inibitória (Calabrese, 2004). Apesar do efeito hormese ser amplamente conhecido para diversos organismos e inseticidas, poucos estudos têm demonstrado os efeitos dos inseticidas recomendados para o manejo de pragas dos citros sobre as alterações bioecológicas de *B. yothersi* e *P. citri* (Alves et al., 2018; Zanardi et al., 2018). Portanto, objetivou-se com este estudo, avaliar em condições laboratoriais, os efeitos de dois inseticidas amplamente utilizados para o manejo populacional de *D. citri* (bifentrina e dimetoato) e um inseticida recentemente registrado para o controle do psíldeo (flupiradifurone) sobre os parâmetros bioecológicos de *B. yothersi* e *P. citri*.

Os experimentos foram realizados em condições laboratoriais (temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa do ar de 60 ± 10% e fotoperíodo de 14L: 10E h) seguindo o delineamento inteiramente aleatorizado.



Experimento 1. Para avaliar os níveis de suscetibilidade de ninfas e fêmeas adultas de *B. yothersi* e *P. citri* aos inseticidas bifentrina, dimetoato e flupiradifurone, folhas de laranja-doce 'Pera' foram pulverizadas com 2 mL de solução de uma das concentrações em torre de Potter ajustada à pressão de $0,703 \text{ kg cm}^{-2}$, propiciando uma deposição de $1,8 \pm 0,1 \text{ mg}$ de resíduo fresco por cm^2 de folha. Para ambas as espécies de ácaro, os inseticidas foram testados nas concentrações correspondentes a 6,25; 12,5; 25; 50; 100; 200 e 400% da concentração de campo (CC) (bifentrina = $15 \text{ mg i.a. L}^{-1}$, dimetoato = $600 \text{ mg i.a. L}^{-1}$ e flupiradifurone = $50 \text{ mg i.a. L}^{-1}$) recomendadas para o manejo de insetos praga dos citros. Água destilada foi utilizada como tratamento controle. Após a pulverização, as folhas foram mantidas em sala climatizada por três horas para a secagem dos resíduos. Decorrido esse período, unidades experimentais (5 cm de diâmetro) foram feitas com cola entomológica ou discos de algodão hidrófilo e colocadas sobre uma camada de espuma umedecida com água destilada em bandejas plásticas ($29 \times 21 \times 6 \text{ cm}$). Feito isso, 10 ninfas (~ 72 h de idade) ou fêmeas adultas (~ 48 h de idade) de *B. yothersi* ou *P. citri* foram transferidas para cada unidade experimental. Para cada concentração e estágio de desenvolvimento dos ácaros foram utilizadas 10 repetições. A mortalidade de ninfas ou fêmeas adultas foi avaliada a cada 24 h por 7 dias, utilizando um estereomicroscópio binocular com aumento de 40x. Foram consideradas mortas as ninfas ou fêmeas adultas que não apresentavam reação ao toque de um pincel fino. Com base nos dados de mortalidade de ninfas ou fêmeas adultas em cada tratamento, as concentrações capazes de causar mortalidade (CL) de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80% da população testada foram estimadas para cada espécie e estágio de desenvolvimento dos ácaros.

Experimento 2. Para avaliar o efeito dos inseticidas na reprodução de *B. yothersi* e *P. citri*, folhas de laranja-doce 'Valência' foram pulverizadas com 2 mL de solução em torre de Potter utilizando as CL_{10} , CL_{20} , CL_{30} , CL_{40} e CL_{50} previamente estimadas para fêmeas adultas. Após a pulverização e secagem dos resíduos, 10 fêmeas recém-emergidas (~ 24 h de idade) de *B. yothersi* ou *P. citri* foram transferidas para cada unidade experimental. Para cada CL e espécie de ácaro foram utilizadas 10 repetições. A mortalidade e o número de ovos depositados pelas fêmeas em cada unidade experimental foram contados a cada 24 h por 7 dias em estereomicroscópio binocular com aumento de 40x. A capacidade reprodutiva das fêmeas de *B. yothersi* e *P. citri* foi determinada com base na razão do número total de ovos e de fêmeas vivas registrado em cada unidade experimental.

Experimento 3. O efeito dos inseticidas na preferência de oviposição das fêmeas de *B. yothersi* ou *P. citri* foi avaliada conforme procedimento descrito por Antonious & Snyder (2015). Para isso, discos de folhas de laranja-doce 'Pera' de 5 cm de diâmetro foram divididos ao meio por uma linha demarcada no centro da unidade experimental. Além disso, duas linhas paralelas foram demarcadas lateralmente a uma distância de 2 mm da linha central. Uma das seções do disco foliar foi pulverizada com 2 mL de solução correspondente as CL_{10} , CL_{20} , CL_{30} , CL_{40} e CL_{50} estimadas previamente, enquanto a outra seção foi pulverizada com 2 mL de água destilada (controle). A seção localizada entre as duas linhas laterais não recebeu nenhum tratamento. Após a aplicação e secagem dos resíduos, 10 fêmeas de *B. yothersi* ou *P. citri* (48–72 h de idade) foram liberadas no centro e sobre a linha central dos discos foliares. Para cada tratamento e espécie de ácaro foram utilizadas 10 repetições. O número de ovos depositados em cada seção dos discos foliares foram contados 48 h após a liberação das fêmeas. Os ovos depositados entre as linhas laterais foram desconsiderados das análises. Com base no número de ovos depositados em cada seção dos discos foliares, a preferência de oviposição de cada espécie de ácaro foi determinada.

Análises dos dados - Para estimativa das concentrações letais (CLs) (Experimento 1) foi utilizado um modelo binomial com função de ligação complemento log-log (modelo de gompit),



utilizando-se o Probit Procedure do software SAS versão 9.2 (SAS Institute, 2011). Os dados de proporção (mortalidade de fêmeas adultas – Experimento 2) e de contagem (número de ovos depositados pelas fêmeas sobreviventes – Experimento 2) foram analisados utilizando modelos lineares generalizados (GLM) (Nelder & Wedderburn, 1972) com distribuição do tipo quase-binomial e quase-Poisson, respectivamente. A verificação da qualidade do ajuste foi feita pelo gráfico meio-normal de probabilidades com envelope de simulação (Demétrio et al., 2014). Quando houve diferença significativa entre os tratamentos, comparações múltiplas (teste de Tukey, $P < 0,05$) foram feitas por meio da função “*glt*” do pacote “*multcomp*” com ajuste dos valores de P . Para análise dos dados de preferência de oviposição dos ácaros (Experimento 3), o número de ovos depositados pelas fêmeas em cada seção da arena foi transformado em porcentagem e os dados originais analisados por meio de GLM com distribuição do tipo quase-Poisson e as médias comparadas pelo teste t ($P < 0,05$). Todas as análises foram realizadas no software estatístico “R”, versão 3.3.4 (R Development Core Team, 2018).

Os resultados indicaram que ambas as espécies de ácaros (*B. yothersi* e *P. citri*) e estágios de desenvolvimento (ninfas e fêmeas adultas) são sensíveis aos inseticidas bifentrina, dimetoato e flupiradifurone, sendo os níveis de suscetibilidade dependentes da concentração e do estágio de desenvolvimento dos ácaros expostos aos inseticidas. A estimativa das concentrações letais (CLs) dos inseticidas bifentrina e flupiradifurone indicou que as CC de 15 e 50 mg L⁻¹ causaram mortalidade de 45 a 55% das ninfas de *B. yothersi* e *P. citri*. Entretanto, a utilização de dimetoato na CC de 600 mg L⁻¹ proporcionou mortalidade de aproximadamente 50 e 70% das ninfas de *B. yothersi* e *P. citri*, respectivamente. Em fêmeas adultas, a aplicação de bifentrina e flupiradifurone nas CC causou mortalidade de 40 a 50% dos ácaros. Por outro lado, a aplicação de dimetoato na concentração de 600 mg L⁻¹ proporcionou mortalidade de 40 a 55% das fêmeas de *B. yothersi* e *P. citri*, respectivamente.

Apesar da mortalidade, a aplicação de bifentrina na concentração de 3,3 mg L⁻¹ (equivalente a 22,0% da CC) proporcionou aumento de 28,6% na capacidade reprodutiva das fêmeas quando comparado ao controle (Figura 1A). No entanto, fêmeas tratadas com bifentrina 18,2 mg L⁻¹ (ou 121,3% da CC) produziram 36,0% menos ovos do que as fêmeas controles (Figura 1A). Dimetoato e flupiradifurone não induziram efeito hormese para fêmeas de *B. yothersi* nas concentrações testadas. Porém, redução na fecundidade de 13,3 a 28,0% foi observado em fêmeas tratadas com as CL₄₀ e CL₅₀ dos inseticidas dimetoato (Figura 1B) e flupiradifurone (Figuras 1C), diferindo daquelas expostas ao tratamento controle. Um significativo aumento na fecundidade foi observado para fêmeas de *P. citri* expostas as menores concentrações de bifentrina (Figura 1D).

A aplicação de bifentrina na concentração de correspondente a CL₁₀ = 2,8 mg L⁻¹ ou 18,7% da concentração de campo) estimulou as fêmeas a aumentar sua capacidade reprodutiva em 28,2% em relação as fêmeas controles (Figura 1D). Entretanto, redução de 12,0 a 30,9% na fecundidade foi observada em fêmeas tratadas com bifentrina nas concentrações de 9,5, 14,6 e 21,8 mg L⁻¹ correspondentes as CL₃₀, CL₄₀ e CL₅₀ ou 63,3, 97,3 e 145,3% da concentração de campo, respectivamente (Figura 1D). A aplicação de dimetoato nas concentrações capazes de matar 10, 20, 30, 40 e 50% das fêmeas não induziu efeito hormese para fêmeas de *P. citri* (Figura 1E). Além disso, fêmeas tratadas com dimetoato nas concentrações correspondentes a CL₄₀ e CL₅₀ reduziram em 17,3 e 42,8% o número de ovos depositados pelas fêmeas, diferindo das fêmeas expostas ao tratamento controle (Figura 1E). Efeito hormese também foi observado para fêmeas de *P. citri* tratadas com flupiradifurone (Figura 1F). A maior fecundidade (13,3%) foi observada em fêmeas tratadas com flupiradifurone na concentração correspondente a 30,0% da CC (CL₂₀ = 15,0 mg L⁻¹) (Figura 1F). Entretanto, fêmeas tratadas com flupiradifurone nas concentrações correspondentes as CL₄₀ e CL₅₀ ou 91,2 e 147,4% da CC, produziram 14,6 e 28,4% menos ovos do que as fêmeas controles (Figura 1F).

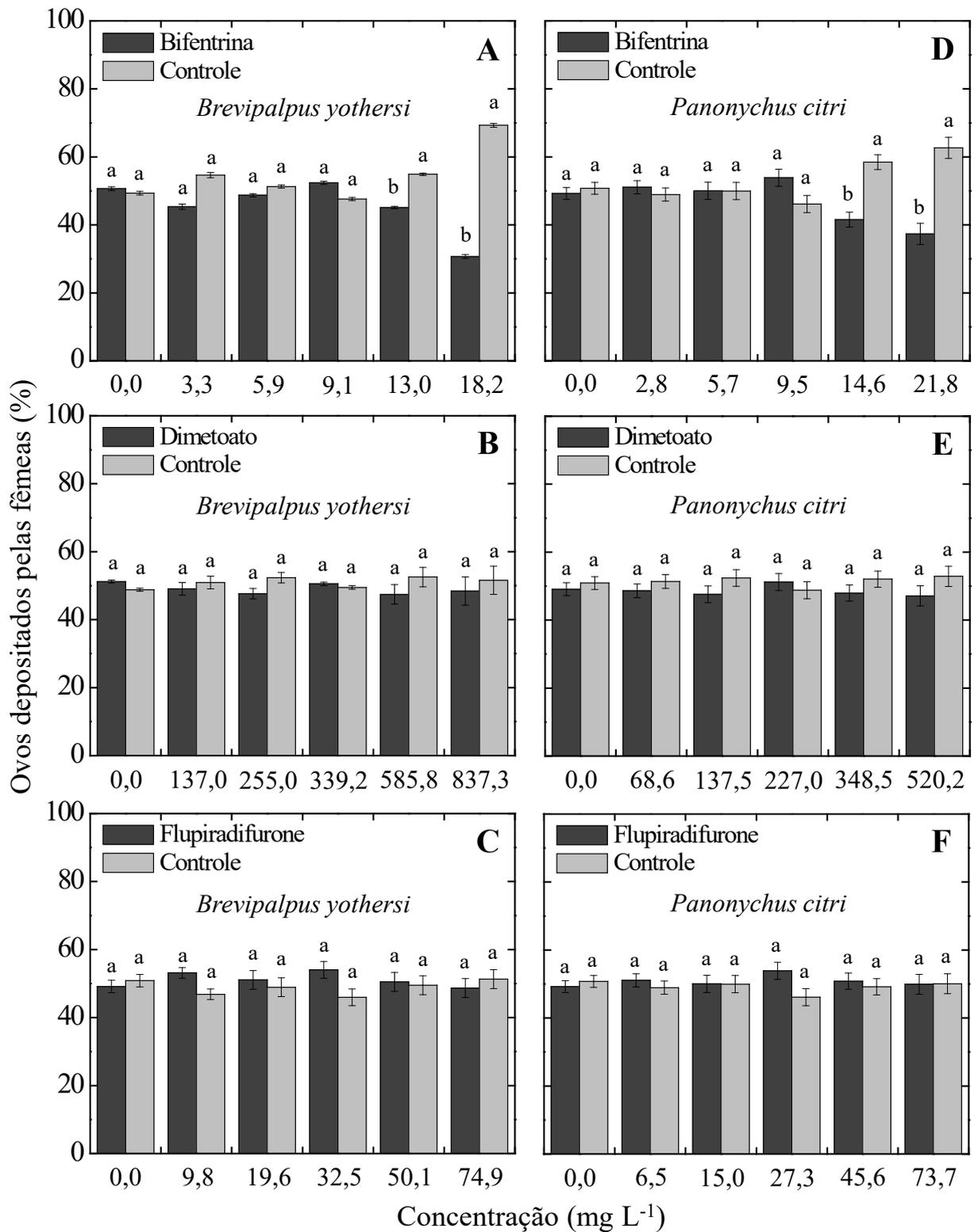


Figura 1. Fecundidade média diária de *Brevipalpus yothersi* (colunas em cinza claro) e *Panonychus citri* (colunas em cinza escura) expostas aos resíduos de bifentrina (A e D), dimetoato (B e E) e flupiradifurone (C e F). Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente (GLM com distribuição quase-Poisson, seguido por post hoc do teste de Tukey; $P < 0,05$).



No bioensaio realizado para avaliar a preferência de oviposição, a aplicação de bifentrina nas concentrações correspondentes as CL_{40} e CL_{50} causaram uma redução significativa no número de ovos depositados pelas fêmeas de *B. yothersi* (Figura 2A) e *P. citri* (Figura 2D) sobre as superfícies tratadas. Por outro lado, nenhuma das concentrações de dimetoato e flupiradifurone testadas causaram alteração significativa no comportamento de oviposição das fêmeas de *B. yothersi* (Figura 2B e 2C) e *P. citri* (Figura 2E e 2F) e foram similares ao tratamento controle.

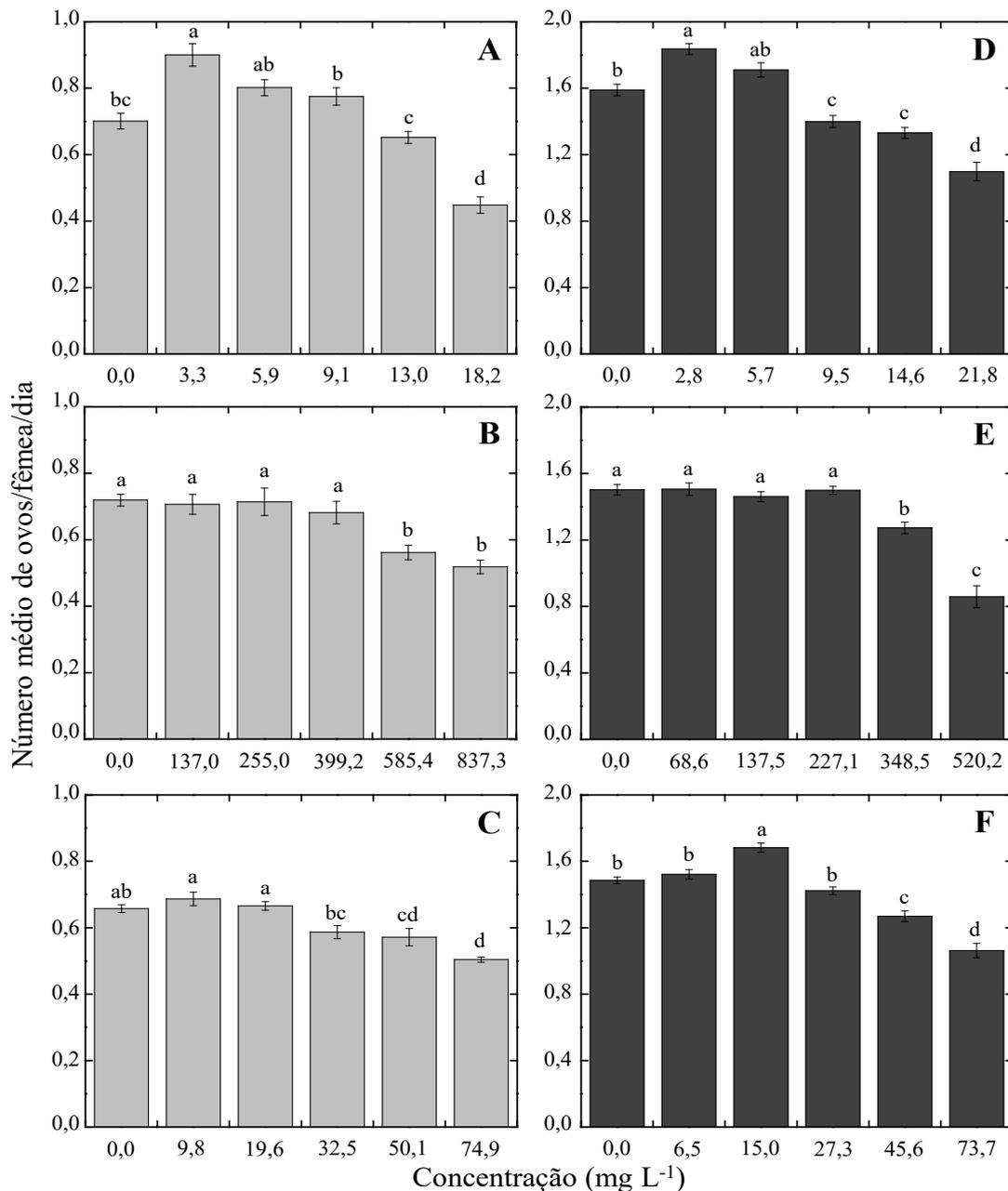


Figura 2. Preferência de oviposição de *Brevipalpus yothersi* e *Panonychus citri* quando fêmeas foram expostas aos resíduos de bifentrina (A e D), dimetoato (B e E) e flupiradifurone (C e F). Médias seguidas pela mesma letra em cada concentração não diferem significativamente (GLM com distribuição quase-Poisson, seguido por *post hoc* do teste t; $P < 0,05$).



Apesar de *B. yothersi* e *P. citri* serem considerados sensíveis aos inseticidas, baixas concentrações (subdoses) de bifentrina e flupiradifurone podem estimular as fêmeas a aumentar sua capacidade reprodutiva (efeito hormese) e induzir surtos populacionais desses ácaros nos pomares. No presente estudo, a exposição de fêmeas de *B. yothersi* e *P. citri* ao inseticida bifentrina nas concentrações correspondentes a $CL_{10} = 3,3$ e $2,8 \text{ mg L}^{-1}$ ou 22,0 e 18,7% da concentração comumente utilizada para controle de *D. citri* proporcionou aumento de aproximadamente 28,0% no número de ovos depositados pelas fêmeas. Aumento na fecundidade de 13% também foi observado em fêmeas de *P. citri* expostas a $CL_{20} = 15,0 \text{ mg L}^{-1}$ de flupiradifurone. Além de estimular a reprodução (efeito hormese), bifentrina também alterou o comportamento de oviposição das fêmeas *B. yothersi* e *P. citri*. O menor número de ovos foi observado em fêmeas tratadas com as CL_{40} e CL_{50} do inseticida, demonstrando que as fêmeas foram capazes de detectar as áreas livres de resíduos para oviposição.

Portanto, é provável que pulverizações de bifentrina visando o controle de *D. citri*, onde, em razão da maior velocidade de trabalho dos atomizadores e da menor concentração da calda inseticida, uma menor quantidade do inseticida está sendo depositada no interior da copa das plantas e, com isso, induzindo hormese aos ácaros, localizados nestes estratos das árvores. Vale ressaltar que este estudo foi realizado em condições laboratoriais, onde os ácaros foram continuamente expostos aos resíduos de bifentrina aplicados sobre a superfície foliar. Por outro lado, este inseticida reduziu a preferência de oviposição de *B. yothersi* e *P. citri*, quando fêmeas foram expostas aos resíduos, sugerindo que pulverizações deste inseticida estaria induzindo a movimentação dos ácaros das bordas para o interior da copa das plantas em busca de locais livres de resíduos para sobrevivência e reprodução, regiões da planta que estariam recebendo pequenas doses do inseticida potencializando o efeito hormese. O sucessivo uso desses inseticidas também pode acelerar o processo de seleção de populações resistentes aos ingredientes ativos (Hirai et al., 1973) e reduzir a efetividade desses compostos na redução populacional dos ácaros. Portanto, o uso desses inseticidas em rotação com outros ingredientes ativos é uma alternativa para reduzir não somente o impacto sobre os agentes de controle biológico e os riscos de seleção de populações resistentes, mas também diminuir a probabilidade de ocorrência de surtos populacionais de *B. yothersi* e *P. citri* e aumento nos custos de produção. Mesmo assim, estudos adicionais de campo também devem ser realizados para verificar os efeitos desses inseticidas sobre a densidade e dinâmica populacional de *B. yothersi* e *P. citri* e os impactos sobre o equilíbrio biológico e ecológico dos organismos que habitam o agroecossistema. Além disso, estudos que consideram outros inseticidas, a capacidade de penetração/deposição da calda inseticida e a movimentação dos ácaros na copa das plantas também devem ser realizados para auxiliar na definição de estratégias mais adequadas para aplicação desses compostos e manejo das pragas nos pomares cítricos.

Referências

Alves, E.B., Casarin, N.F.B., Omoto, C. 2018. Lethal and sublethal effects of pesticides used in Brazilian citrus groves on *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae). **Arquivos do Instituto Biológico** 85:1–8.

Barros, R., Degrande, P.E., Soria, M.F., Ribeiro, J.S.F. 2007. Desequilíbrio biológico do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) após aplicações de inseticidas em algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico** 74:171–174.

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.

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 predatory mites. **Experimental and Applied Acarology** 23:771–783.

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.

Demétrio, C.G.B., Hinde, J., Moral, R.A. 2014. Models for overdispersed data in entomology. In: Ferreira, C.P., Godoy, W.A.C. (Ed.). **Ecological modelling applied to entomology**. Switzerland: Springer. p. 219–259.

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.

Hall, F.R., Thacker, J.R.M. 1993. Laboratory studies on effects of three permethrin formulations on mortality, fecundity, feeding, and repellency of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology** 86:537–543.

Hirai, K., Miyata, T., Saito, T. 1973. Penetration of ³²P–dimethoate into organophosphate resistant and susceptible citrus red mite, *Panonychus citri* McGregor (Acarina: Tetranychidae). **Applied Entomology and Zoology** 8:183–190.

Nelder, J.A., Wedderburn, R.W.M. 1972. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society** 135:370–384.

R Development Core Team. 2018. **R: A language and environment for statistical computing**. Foundation for statistical computing, Vienna, Austria.

SAS Institute. 2011. **Statistical analysis system: getting started with the SAS learning**. Version 9.2. Cary: SAS Institute.

Szczepaniec, A., Raupp, M.J. 2013. Direct and indirect effects of imidacloprid on fecundity and abundance of *Eurytetranychus buxi* (Acari: Tetranychidae) on boxwoods. **Experimental and Applied Acarology** 59:307–318.

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.

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.



VI Simpósio **MasterCitrus**



MASTERCITRUS

**MESTRADO PROFISSIONAL EM CONTROLE
DE DOENÇAS E PRAGAS DOS CITROS**

Fundecitrus 
**CIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE
PARA A CITRICULTURA**

Av. Dr. Adhemar Pereira de Barros, 201
Vila Melhado, Araraquara/SP
16 3301 7000 / 0800 112155
www.fundecitrus.com.br



@fundecitrus



/fundecitrus



/fundecitrus



+55 16 99629 2471