

Revista MasterCitrus

ANO I Nº 01 | 1º SEMESTRE 2023

PÓS-GRADUAÇÃO DO FUNDECITRUS



VII SIMPÓSIO

ARTIGOS TÉCNICOS COM RESULTADOS DAS PESQUISAS DO MASTERCITRUS



Geraldo Silva Junior
Coordenador de Pós-Graduação

Simpósio MasterCitrus 2023

Em 2023, o MasterCitrus – Mestrado Profissional em Fitossanidade dos Citros, idealizado, coordenado e realizado pelo Fundecitrus, tem a alegria de completar 14 anos. Uma jornada sólida e altamente produtiva que tem como base, acima de tudo, a ciência, e também o respeito e o compromisso com a citricultura, nos seus aspectos econômicos, sociais e ambientais.

O Simpósio MasterCitrus 2023 é especial do ponto de vista de dois aspectos marcantes. Em primeiro lugar, trata-se do registro da produção científica de mestres depois de um hiato imposto pela pandemia da covid-19, que desafiou a todos, inclusive de forma intelectual, estabelecendo novos parâmetros e limitando o convívio em comunidade, tão necessário para a ampliação do conhecimento. Em segundo lugar, comemoramos com júbilo a conquista da avaliação de nota máxima concedida pela Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) às instituições brasileiras que oferecem cursos de mestrado. Somos um dos primeiros programas profissionais da área a alcançar a Nota 5! Esse feito se deve a todos aqueles que, de forma direta e indireta, dedicaram-se à construção do conhecimento. Os professores que se dedicaram e continuam se dedicando para formar e treinar cada vez mais recursos humanos para o setor. Também fizeram parte dessa conquista, os

101 mestres que concluíram seus estudos pela instituição ao longo dos últimos anos, aqui representados pelos sete artigos técnicos de egressos do programa MasterCitrus. Portanto, esse programa de mestrado é uma referência na área de pesquisas em ciências agrárias e tem formado e atualizado engenheiros-agrônomos, biólogos e demais profissionais com inclinação intelectual para a área de citros e fitossanidade.

Nesta sétima edição, o Simpósio MasterCitrus tem o compromisso, mais uma vez, de contribuir para a atualização do conhecimento e discussão sobre os principais desafios fitossanitários da nossa citricultura, uma vez que a ciência sempre esteve presente nas soluções dos problemas do setor e será cada vez mais exigida, já que a nossa citricultura tem sido acometida por quase todas doenças e pragas importantes distribuídas pelo mundo.

Esta publicação traz, de forma resumida em sete artigos técnicos, resultados apresentados no VII Simpósio MasterCitrus sobre manejo de doenças fúngicas e bacterianas; manejo de insetos vetores de doenças; influência de variáveis climáticas na ocorrência e no controle das doenças e vetores e biotecnologia e melhoramento. Para mais detalhes, convidamos os interessados a consultar as dissertações completas defendidas pelos autores dos artigos técnicos, disponíveis na íntegra no site do Fundecitrus.

ÍNDICE

Revista **MasterCitrus** PÓS-GRADUAÇÃO DO FUNDECITRUS

A REVISTA MASTERCITRUS - PÓS-GRADUAÇÃO DO FUNDECITRUS

é uma publicação online editada pelo Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus:
Avenida Dr. Adhemar Pereira de Barros,
201 - Vila Melhado - Araraquara (SP)
CEP: 14807-040

Contatos

Telefones:

0800 110 2155
(16) 3301-7064
(16) 3301-7031

E-mail:

comunicacao@fundecitrus.com.br
mestrado@fundecitrus.com.br

Website:

www.fundecitrus.com.br

Edição:

Geraldo Silva Junior
Rafael de Paula (Rebeca Come Terra)
Viviane Moura Rente

Projeto gráfico:

Juliana Retamero

Organização:

Geraldo Silva Junior

Assistente:

Gabriela Crescenzo



Produtos biológicos comerciais à base de *Bacillus* controlam a podridão floral dos citros?

MSc. Fernando de Amorim Mascaro

Pág. 04



Influência do cancro cítrico na qualidade físico-química e microbiológica do suco de laranja

MSc. Verônica Kastalski de Souza

Pág. 08



Estratégias alternativas para a redução da perda de produção e qualidade por estresse térmico pós-florescimento em laranja-doce

Dr. Danilo Ricardo Yamane

Pág. 12



Adjuvantes e fertilizantes foliares interferem na eficácia de acaricidas para o controle do ácaro-da-leprose-dos-citros

MSc. Jader Carlos Vieira

Pág. 16



Efeito da chuva simulada na efetividade de inseticidas para o controle do psíldeo dos citros

MSc. Rafael Brandão Garcia

Pág. 20



Variação temporal e regional na concentração da bactéria do greening em brotações de laranja Valência

MSc. Sérgio Ricardo S. do Nascimento

Pág. 24



Resistência ao greening em plantas da família dos citros abre novas perspectivas de controle da doença

Dra. Mônica Neli Alves

Pág. 27



Produtos biológicos comerciais à base de *Bacillus* controlam a podridão floral dos citros?

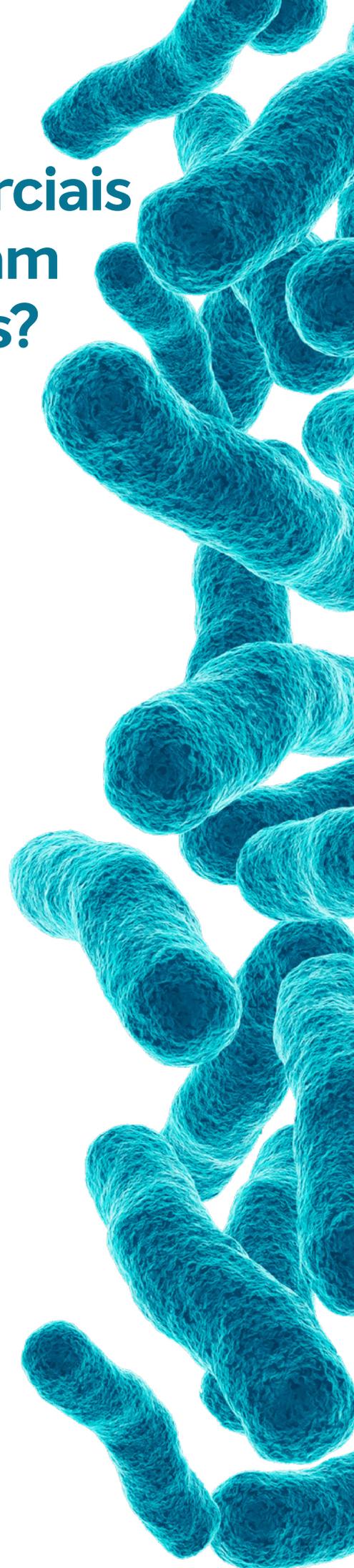
Estudo avalia a eficiência de cinco biofungicidas para o controle da estrelinha na dose geralmente recomendada para uso em campo

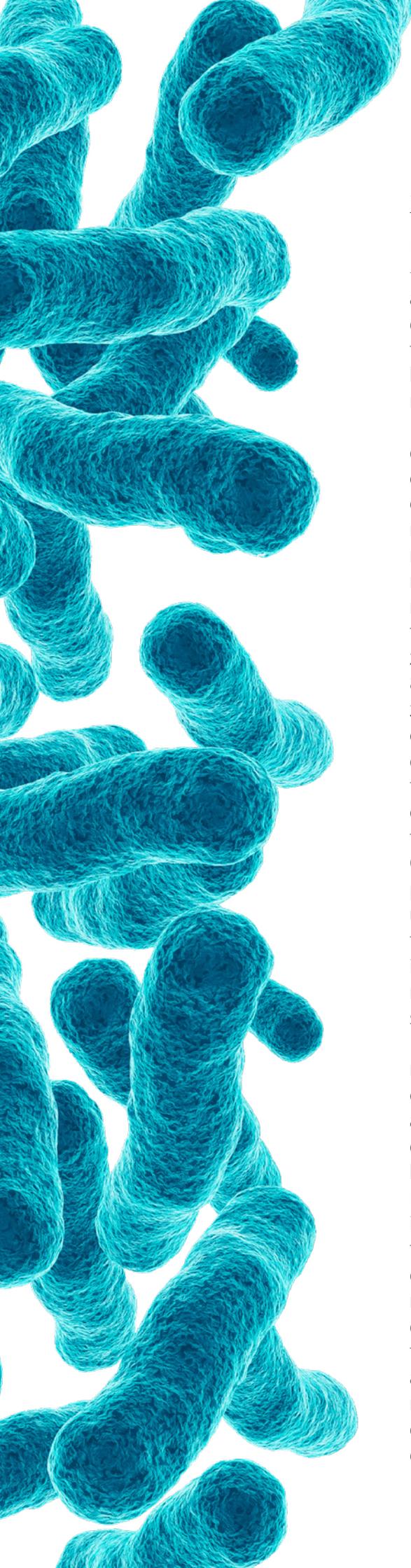
O controle biológico tem sido usado no campo para tornar o manejo de doenças e pragas mais sustentável. O número de produtos comerciais à base de agentes de controle biológico tem aumentado no Brasil nas últimas décadas, bem como a quantidade de empresas especializadas no tema. Em 2021, o mercado de bioinsumos, que inclui defensivos biológicos e bioinoculantes (23%), movimentou quase R\$ 2 bilhões. Os bionematicidas representaram cerca de 43%, seguido dos bioinseticidas (25%), bioinoculantes (23%) e biofungicidas/bactericidas (9%). Embora venha crescendo a cada ano, esse mercado de bioprodutos ainda representa apenas 3% do setor de defesa vegetal.

As bactérias do gênero *Bacillus* têm sido uma das mais estudadas como agentes de biocontrole, seja como nematicida, fungicida, bactericida ou inseticida. Essas bactérias são produtoras de esporos (endósporos), que conferem maior resistência às condições adversas e podem ser encontradas em

diferentes ecossistemas. No Ministério da Agricultura e Pecuária há o registro de quatro espécies como biofungicidas (*B. amyloliquefaciens*, *B. pumilus*, *B. subtilis* e *B. velezensis*) em dez diferentes isolados que representam mais de 50 bioprodutos formulados para controle de diversos fitopatógenos. De maneira geral, esses produtos apresentam eficiência mais elevada para controle de patógenos habitantes de solo. Desse total, quatro fungicidas à base de *B. subtilis* estão registrados para o controle da podridão floral dos citros, causada por *Colletotrichum* spp.

Na literatura há poucos estudos que demonstram eficiência desses biofungicidas no controle de doenças causadas por fungos em parte aérea. Poucos trabalhos foram conduzidos com *Bacillus* para o controle da podridão floral, entretanto, nenhum deles foi focado na avaliação dos produtos comerciais disponíveis no mercado. Desta forma, um estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a eficiência de cinco produtos comerciais à base de *Bacillus* no controle da podridão floral.





Os produtos comerciais Bio-Immune, Biovar, Serenade e Twixx à base de *B. subtilis* e o Biotrio (*B. subtilis* + *B. pumilus* + *B. amyloliquefaciens*) foram avaliados em mudas de laranja doce Valência em casa de vegetação e em pomar comercial de laranja Natal de 14 anos no município de Itaí/SP.

Os dois experimentos em casa de vegetação foram realizados com aplicação dos cinco fungicidas microbiológicos individualmente em ramos reprodutivos na fase de botão expandido (R4) na dose de 2L/2000L. Ramos reprodutivos tratados com o fungicida Nativo (tebuconazol + trifloxistrobina) na dose de 800mL/2000L e ramos pulverizados com água foram utilizados como controles. Após a secagem dos produtos nas flores, os ramos foram inoculados artificialmente com suspensão de esporos do fungo *Colletotrichum abscissum*. Os ramos foram cobertos com plástico para simular uma câmara úmida e os sintomas nas pétalas foram avaliados 7-10 dias após a inoculação. As estrelinhas (cálices retidos) foram avaliadas três meses após a inoculação dos ramos.

Em casa de vegetação, os ramos não tratados com produtos e inoculados com o patógeno apresentaram 100% de flores com podridão floral e 83% delas tiveram os cálices retidos. Essas médias não diferiram das incidências entre 85 e 100% de flores doentes e entre 75 e 98% de estrelinhas observadas nos ramos tratados com os fungicidas à base de *Bacillus*. Em contrapartida, ramos tratados com a mistura de triazol + estrobilurina apresentaram 23,3% de flores doentes e 25% de estrelinhas, diferindo significativamente dos



demais produtos e da testemunha sem aplicação (Figura 1).

No campo, os cinco produtos biológicos foram aplicados na dose de 2L/ha durante o florescimento de 2020 em pomar de Natal plantado em 2006, com volume de copa de 45 m³/planta e 20,600 m³/ha. Quatro aplicações foram realizadas com turbopulverizador na velocidade de 5,5 km/h e volume de calda de 825 litros/ha (~40 mL/m³ de copa), da fase de botões fechados (R2) até a fase de flores abertas, visando o controle do fungo presente no pomar. Entretanto, devido à ausência de sintomas, foi realizada a quinta aplicação dos produtos com inoculação do fungo um dia após. O fungicida Nativo

na dose de 4,0 mg de triazol + 2,0 mg de estrobilurina/m³ de copa foi utilizado como o tratamento padrão do produtor com o mesmo intervalo de aplicação dos produtos biológicos. Plantas sem aplicação serviram de controle. Ramos reprodutivos com botões expandidos foram marcados, inoculados com o fungo e avaliados sete dias após a inoculação na fase de flores abertas. As estrelinhas foram avaliadas 90 dias após o florescimento.

Em campo, os ramos de plantas não pulverizados com produtos e inoculados com o patógeno apresentaram 42% de flores com sintomas de podridão floral e 24% de cálices retidos, não diferindo das incidências entre 34 e 43% de flo-

res doentes e entre 22 e 28% de estrelinhas observadas em ramos tratados com os cinco fungicidas microbiológicos. A mistura de triazol + estrobilurina reduziu a incidência de sintomas em flores para 7% e de cálices retidos para 5% e foi significativamente mais eficiente que os demais bioprodutos no controle da doença (Figura 2).

Os resultados obtidos nesse estudo mostraram que os cinco produtos comerciais à base de *Bacillus* não foram eficientes em reduzir os sintomas de podridão floral em casa de vegetação e no campo na dose de 2,0 L de produto comercial. Outros experimentos realizados em campo com produtos à base de *Bacillus* spp.

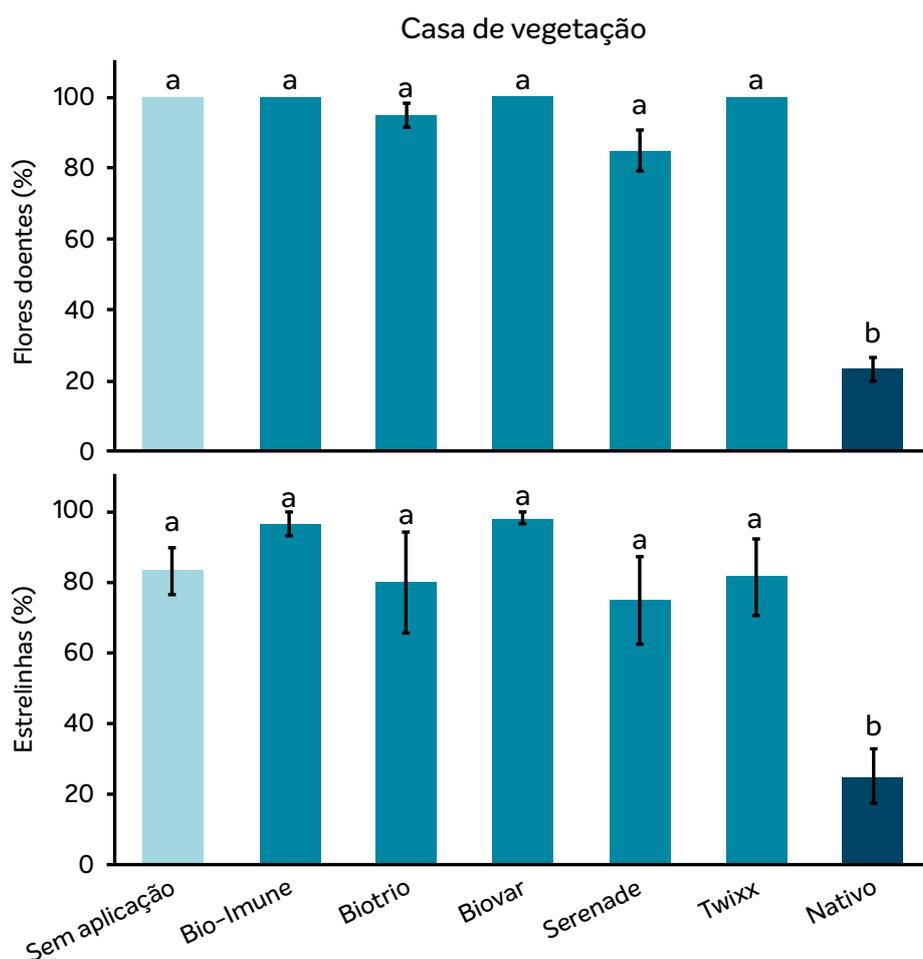


Figura 1. Porcentagem de flores com sintomas de podridão floral e de estrelinhas em ramos de laranja doce mantidas em casa de vegetação, pulverizadas com biofungicidas à base de *Bacillus* ou com fungicida Nativo para o controle da doença. Os ramos foram inoculados com *Colletotrichum abscissum* após a aplicação dos produtos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey, $p=0,05$)

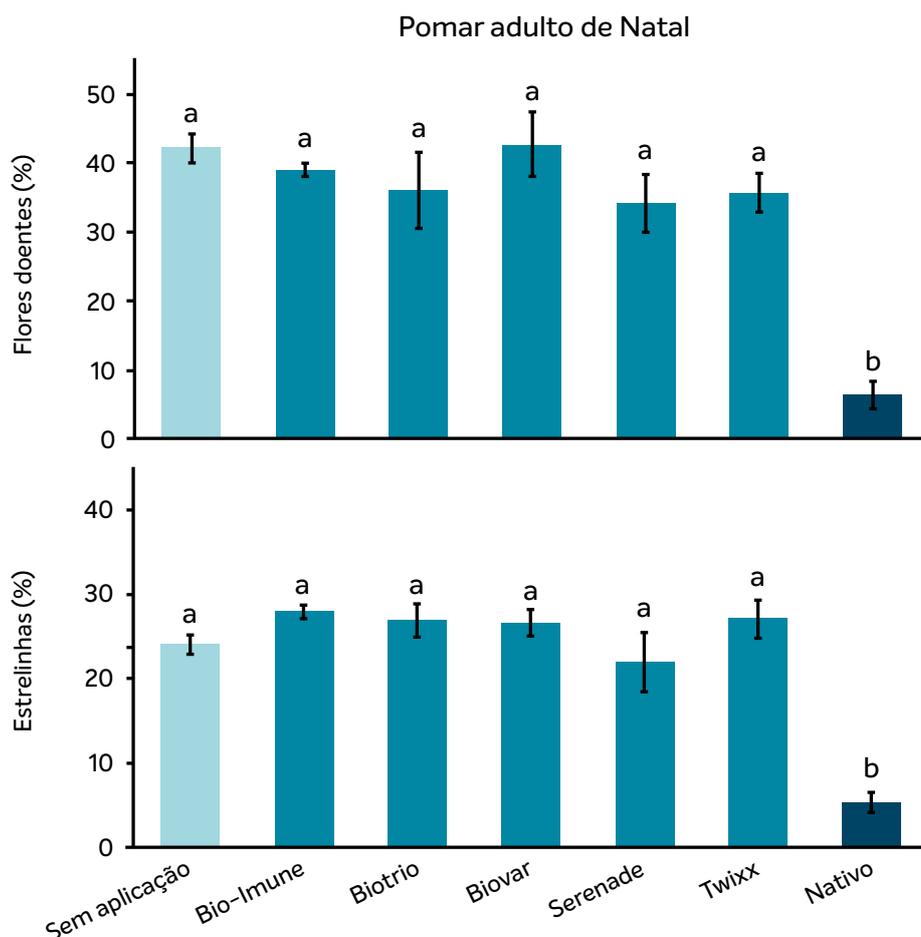


Figura 2. Porcentagem de flores com sintomas de podridão floral e de estrelinhas em ramos de laranja doce Natal, de 14 anos, em Itaí/SP, pulverizadas com biofungicidas à base de *Bacillus* ou com fungicida e inoculados com *Colletotrichum abscissum*. Médias com mesma letra não diferem entre si (Tukey, $p=0,05$)

no controle de doenças de parte aérea também não encontraram controle satisfatório. Como exemplo, em pomares comerciais de maçã, *B. subtilis* obtido no campo ou o produto comercial Serenade não apresentou controle eficiente da mancha foliar causada por *C. acutatum*.

As causas mais prováveis para a dificuldade de obtenção de controle de doenças que afetam partes aéreas das plantas em condições de campo estão associadas, principalmente, às condições favoráveis ao patógeno e adversas aos agentes

de biocontrole. No caso do *Bacillus* spp., as principais condições adversas são relacionadas ao ambiente e à não formação de biofilme com boa cobertura influenciada pela disponibilidade de nutrientes, radiação UV, variações de temperatura e umidade, dentre outros fatores.

Esses bioprodutos geralmente apresentam eficiência contra fungos em laboratório, mas quando são desafiados na parte aérea de plantas no campo, não têm apresentado bons níveis de controle. Com isso, estudos futuros com doses mais eleva-

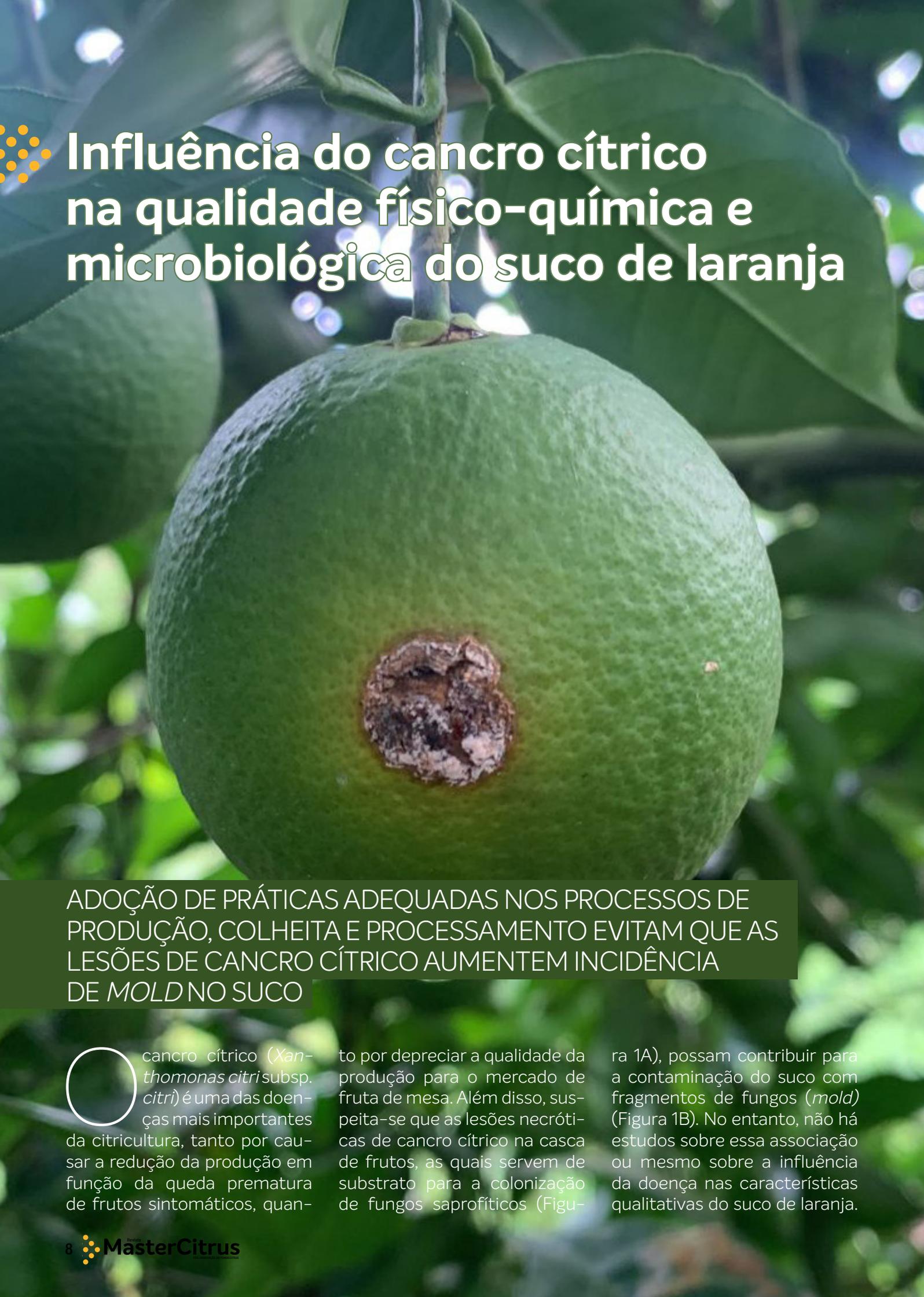
das dos fungicidas microbiológicos, melhoria na formação do biofilme, aumento na produção de metabólitos antifúngicos ou associação com outros produtos poderiam ser conduzidos de forma a viabilizar o uso no manejo da podridão floral. A continuidade dos estudos com agentes de biocontrole em citros é importante e visa encontrar produtos mais sustentáveis no manejo fitossanitário, não somente da podridão floral, mas das demais doenças e pragas que causam danos consideráveis aos pomares.

Autores:

MSc. Fernando de Amorim Mascaro (Mestre em Fitossanidade – MasterCitrus)

Dr. Geraldo Silva Junior (Pesquisador e Professor – Fundecitrus)





Influência do cancro cítrico na qualidade físico-química e microbiológica do suco de laranja

ADOÇÃO DE PRÁTICAS ADEQUADAS NOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO, COLHEITA E PROCESSAMENTO EVITAM QUE AS LESÕES DE CANCRO CÍTRICO AUMENTEM INCIDÊNCIA DE *MOLD* NO SUCO

O cancro cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*) é uma das doenças mais importantes da citricultura, tanto por causar a redução da produção em função da queda prematura de frutos sintomáticos, quan-

to por depreciar a qualidade da produção para o mercado de fruta de mesa. Além disso, suspeita-se que as lesões necróticas de cancro cítrico na casca de frutos, as quais servem de substrato para a colonização de fungos saprófitos (Figu-

ra 1A), possam contribuir para a contaminação do suco com fragmentos de fungos (*mold*) (Figura 1B). No entanto, não há estudos sobre essa associação ou mesmo sobre a influência da doença nas características qualitativas do suco de laranja.

De forma a atender as exigências dos mercados compradores de suco, garantindo a qualidade não só do produto obtido, mas da matéria-prima, diversos parâmetros são constantemente monitorados pela indústria. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar efeitos da ocorrência de cancro cítrico em frutos nas características físico-químicas do suco de laranja e da contaminação microbiológica por *mold*.

Um estudo foi conduzido pelo Fundecitrus em parceria com a JBT FoodTech© (Araraquara, SP) em 2017 e 2018 usando frutos de laranja das variedades Hamlin, Pera Rio e Valência. O suco obtido das amostras dos frutos de Pera e Valência foi caracterizado quanto ao rendimento industrial e propriedades físico-químicas. A quantificação da contaminação por *mold* no suco foi realizada para as três variedades. Para cada variedade, foram colhidas amostras de frutos em três talhões distintos em diferentes regiões do cinturão citrícola paulista. Em cada local, foram coletadas e avaliadas, separadamente, amostras de frutos maduros com e sem sintomas de cancro cítrico obti-

dos diretamente da planta ou que permaneceram caídos no solo após derrça manual por sete dias, perfazendo quatro tratamentos. Um quinto tratamento foi avaliado como controle positivo para a quantificação de *mold*, composto por frutos caídos no chão, na projeção da copa das plantas, por mais de sete dias. Para esse tratamento, não foram utilizados frutos em decomposição. Adicionalmente, em um dos talhões de Hamlin, amostras de frutos com cancro cítrico da planta e do chão foram coletadas em duplicata com objetivo de avaliar a importância da lavagem de frutos (prática rotineira realizada na indústria) sobre a quantidade de *mold* no suco. Em cada talhão, foram coletadas três amostras de 8 kg de frutos para cada tratamento provenientes de dez plantas aleatoriamente distribuídas na área. Todos os frutos com sintomas de cancro cítrico utilizados no estudo apresentavam ao menos uma lesão grande (> 5 mm) da doença.

As amostras de frutos foram processadas na planta piloto da JBT FoodTech©, com processadora industrial modelo JBT 391 e, em seguida, o suco foi

enviado ao laboratório de análises. Para a quantificação de *mold*, foi adotada metodologia conforme protocolo do USDA (2013), comumente utilizado pela indústria de suco. Para o ensaio de lavagem, antes do processamento, as amostras adicionais de frutos de Hamlin foram lavadas com água de torneira, em equipamento semi-industrial de lavagem de frutos cítricos, durante três minutos.

Considerando a média dos três talhões, não foram observadas diferenças significativas no rendimento industrial entre os frutos com e sem cancro cítrico coletados da planta ou do chão. De modo geral, as características físico-químicas do suco não foram afetadas pela presença de lesões de cancro cítrico em frutos ou foram afetadas pontualmente em situações específicas. Não houve diferença no teor de sólidos solúveis totais, óleo e hesperidina para nenhuma das variedades. Apenas o suco de frutos de Pera com cancro cítrico apresentou aumento da acidez, do teor de limonin e do índice de formaldeído, além da diminuição do *ratio* e teor de pectina. Somente o nível de prolina foi superior em

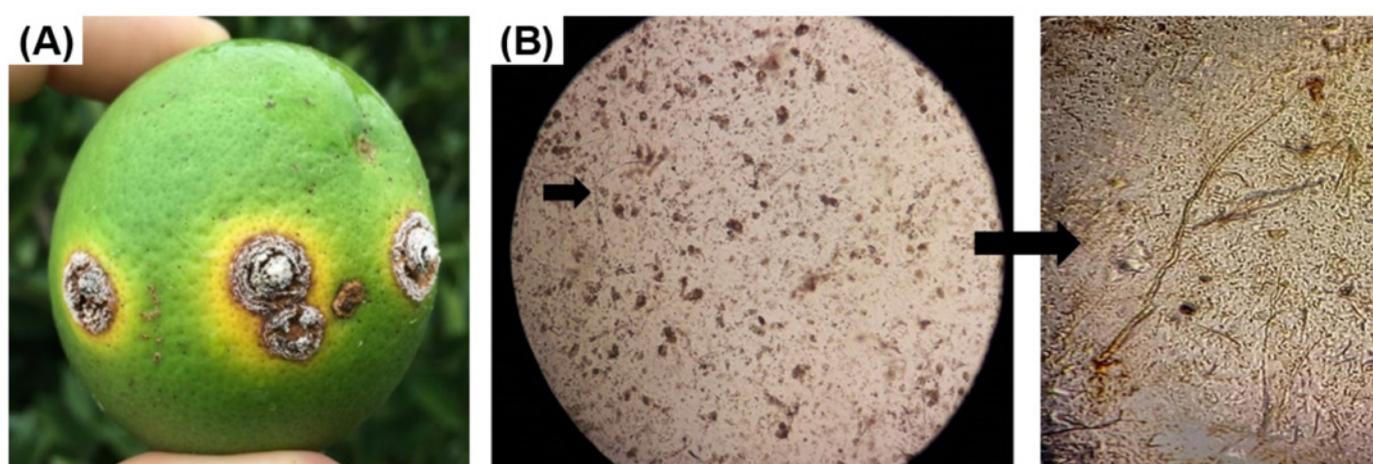


Figura 1. Fruto de laranja com lesões de cancro cítrico colonizadas por fungos saprofíticos (A) e fragmento de hifa de fungo saprofítico (*mold*) em leitura com microscópio óptico (setas) (B)

suco de frutos com cancro cítrico para Pera e Valência.

Em todos os talhões avaliados, o percentual de *mold* no suco de frutos com cancro cítrico, caídos há mais de sete dias (tratamento controle), foi superior à média dos demais tratamentos. Para Hamlin, Pera e Valência, o percentual de *mold* no suco desses frutos variou de 70,7 a 78,48 a 62,7 e 60 a 67,3, respectivamente, muito acima do limite máximo tolerado de 10% (Figura 2). De modo geral, apesar de variações entre os talhões, a presença de lesões de cancro cítrico levou a aumentos signifi-

cativos na porcentagem de *mold* no suco, principalmente de frutos coletados do chão. Para as três variedades, o suco de frutos com lesões de cancro que permaneceram no chão por até sete dias apresentou aumento significativo de *mold* (de 67 a 93%) em relação ao suco de frutos com cancro coletados na planta, ou em relação aos frutos sem cancro coletados na planta ou no chão. Adicionalmente, em alguns talhões, o suco de frutos com lesões de cancro mesmo quando coletados da planta apresentou aumento significativo na incidência de *mold*

quando comparado ao suco de frutos sem lesões também coletados na planta. Da mesma forma, em alguns talhões, o suco de frutos sem lesões de cancro coletados do chão também apresentou níveis significativamente mais elevados de *mold* do que o suco de frutos sem lesão coletados da planta (Figura 2).

A lavagem de frutos com cancro cítrico antes da extração do suco contribuiu de forma significativa na redução de *mold*. O suco de frutos sintomáticos colhidos do chão e da planta, que não foram lavados, apresentaram níveis de *mold* de 53% e 15%, respectivamente. Após a lavagem, o suco de frutos com cancro colhidos do chão e da planta apresentaram 26 e 2% de *mold*, respectivamente. A lavagem de frutos com cancro cítrico, coletados tanto da planta quanto do chão, resultou na redução de 51 a 87% a detecção de *mold* no suco.

É importante ressaltar que tanto a amostragem quanto o preparo dos frutos para o processamento foram realizados de forma a maximizar a probabilidade de detecção de fragmentos de hifas no suco. Dessa forma, apesar desse estudo ter mostrado a possibilidade de aumento de *mold* no suco por causa do cancro cítrico, a adoção de práticas adequadas nos processos de produção, colheita, transporte e processamento podem minimizar ou evitar o problema, com destaque para o manejo adequado do cancro cítrico nos pomares, a prevenção do aproveitamento de frutos caídos e a lavagem dos frutos colhidos antes da extração do suco.

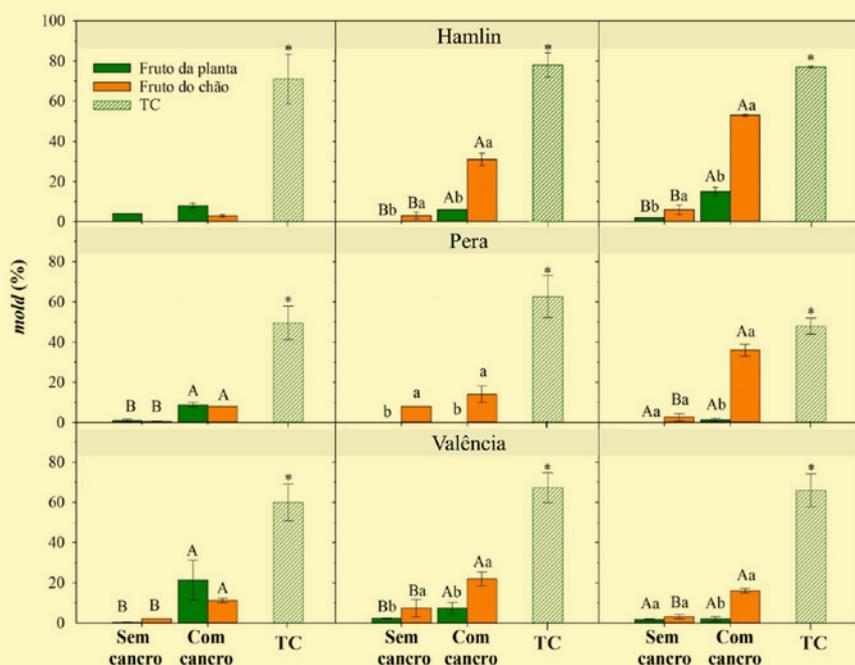


Figura 2. Porcentagem média de detecção de fragmentos de hifas de fungos contaminantes (*mold*) em amostras de suco provenientes de frutos com ou sem cancro cítrico coletados da planta ou do chão (caídos por 7 dias) em três diferentes talhões das variedades Hamlin, Pera e Valência. TC, tratamento controle composto por frutos com cancro cítrico caídos por mais de 7 dias. Colunas de mesma cor seguidas de mesma letra maiúscula, e colunas de cores diferentes, para frutos sem ou com lesão de cancro cítrico, seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P = 0,05$). Colunas hachuradas seguidas de asterisco indicam diferença significativa entre TC e a média dos demais tratamentos pelo teste F ($P = 0,05$). A ausência de letras na coluna indica a inexistência de diferença significativa. Barras de erro indicam o erro padrão da média de três talhões

Autores:

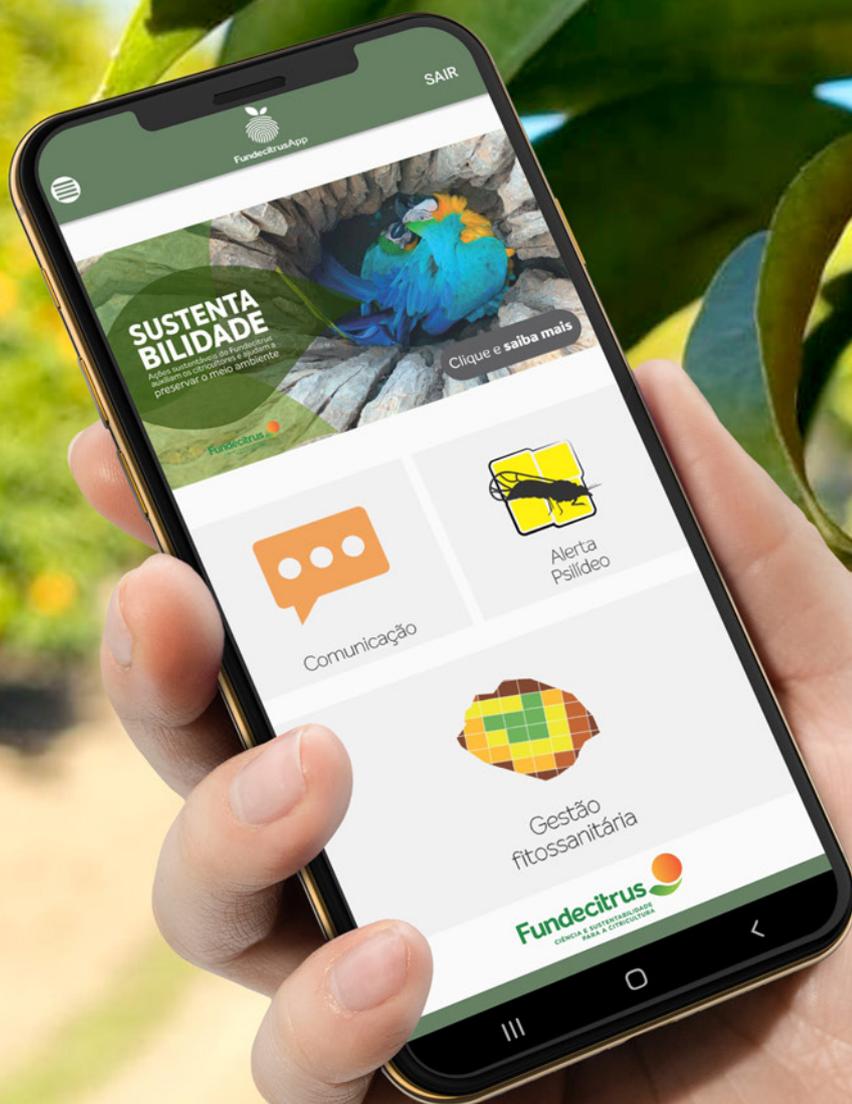
MSc. Verônica Kastalski de Souza (Mestre em Fitossanidade - MasterCitrus)

MSc. Daniela Kharfan (Gerente de P&D - JBT FoodTech)

Dr. Franklin Behlau (Pesquisador e Professor - Fundecitrus)

CHEGOU O FUNDECITRUS APP

Mais uma tecnologia na palma da mão do citricultor



FundecitrusApp

Estratégias alternativas para a redução da perda de produção e qualidade por estresse térmico pós-florescimento em laranjeira-doce

EXPERIMENTOS AVALIARAM A INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO FOLIAR DE CAULIM PROCESSADO, ÁCIDO GIBERÉLICO E DA PRÁTICA DO ANELAMENTO SOBRE A PRODUÇÃO

O decréscimo da produção de frutos de laranja devido à ocorrência de estresse térmico por altas temperaturas, associado à deficiência hídrica, tem sido apontado como um dos principais fatores de risco à sustentabilidade da citricultura, em especial na região Centro-Norte do estado de São Paulo e Triângulo Mineiro. Temperaturas elevadas na primavera, período no qual ocorre o florescimento e frutificação inicial, acarretam o abortamento pronunciado de flores e a queda prematura de frutos, reduzindo significativamente a produtividade das laranjeiras.

Nessas condições, o potencial de uso de variedades adaptadas aos efeitos adversos das altas temperaturas na produção é restrito, uma vez que todas as copas de citros são sensíveis ao calor, enquanto os porta-enxertos são utilizados principalmente para aumentar a tolerância ao estresse hídrico. A prática da irrigação constitui em estratégia complementar, possibilitando o fornecimento de água em períodos críticos ou mesmo viabilizando a antecipação da florada, o que pode reduzir o risco de ocorrência de altas temperatu-

ras nas fases de desenvolvimento reprodutivo mais sensíveis ao calor.

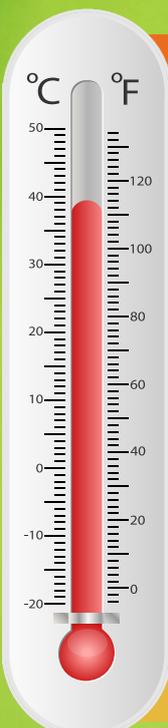
Contudo, mesmo o fornecimento de água suplementar via irrigação durante o florescimento e desenvolvimento inicial dos frutos pode apresentar ineficiência na redução da queda de frutos em decorrência de elevadas temperaturas, uma vez que, sob essas condições, a evapotranspiração pode ser tão elevada que não é possível atender à demanda hídrica da planta. Adicionalmente, a estratégia de antecipação da florada via irrigação nem sempre é possível devido a eventuais restrições climáticas na imposição de estresse hídrico ou térmico (período de repouso insuficiente durante o inverno) às plantas, que inviabilizam a indução floral de forma precoce. Deve-se considerar, ainda, que cerca de 30% da área cultivada com laranja não é irrigada na região Norte em função, principalmente, do alto custo de implantação e limitação de água disponível.

Verifica-se, portanto, a necessidade de pesquisa e desenvolvimento de estratégias alternativas de manejo, afim de mitigar as quedas precoces de frutos em laranjeira-doce, ocasionadas por estresse térmico por altas temperaturas no

período de desenvolvimento inicial dos frutos, conferindo maior sustentabilidade à atividade.

Assim, estabeleceu-se projeto de pesquisa cujo objetivo é avaliar a influência da aplicação foliar de caulim processado (durante o florescimento até a segunda queda fisiológica de frutos — quando estes apresentavam cerca de 4 cm de diâmetro — nas concentrações de 2, 3 e 5%) (Figura 1), do ácido giberélico (25 mg/L na fase de queda de pétalas) e da prática do anelamento (na fase de queda de pétalas) (Figura 2) sobre a produção e qualidade de frutos de laranjeira-doce sob estresse térmico pós-florescimento.

O experimento foi instalado em dois pomares comerciais de laranjeiras-doces localizados no Norte do estado de São Paulo: i-) Valência Americana (10 anos), na região de Barretos, durante a safra 2019/2020; e, ii-) Natal (5 anos de idade), na região de Taquaral, durante as safras 2019/2020 e 2020/2021. Na aplicação dos tratamentos, utilizou-se pulverizador Jacto, modelo Arbus 4000 (bicos de modelo Disc&Core AD4/AC25), acoplado em trator Massey Ferguson 283, com velocidade



**Barretos/SP
(Safrá 19/20)**

- Período crítico avaliado: 22/10/2019 a 31/12/2019)
- T(média) = 26,6 °C
- Tmáx (média) = 34,6 °C
- n. dias T > 30 °C = 63 dias
- UR(média) = 71%
- n. dias UR < 40% = 33 dias

**Taquaral/SP
(Safrá 19/20)**

- Período crítico avaliado: 22/10/2019 a 31/12/2019)
- T(média) = 24,6 °C
- Tmáx (média) = 31,3 °C
- n. dias T > 30 °C = 51 dias
- UR(média) = 72,7%
- n. dias UR < 40% = 36 dias

**Taquaral/SP
(Safrá 20/21)**

- Período crítico avaliado: 22/10/2020 a 31/12/2020)
- T(média) = 24,2 °C
- Tmáx (média) = 31,2 °C
- n. dias T > 30 °C = 49 dias
- UR(média) = 69,1%
- n. dias UR < 40% = 33 dias



Figura 1. Aspecto das laranjeiras tratadas com caulim (concentração de 3%), na área experimental localizada em Barretos-SP

de de operação de 5,25 km/h e o volume de calda aplicado foi de 50 mL/m³ de copa.

Os manejos adotados na área experimental de Barretos não influenciaram a produção, massa e sólidos solúveis totais dos frutos de laranja Valência Americana sob condições de estresse térmico por alta temperatura na safra 2019/2020 (Figura 3a). Na área experimental de Taquaral, apesar da prática do anelamento ter possibilitado incremento da produção em comparação ao tratamento com caulim a 3%, na safra 2019/2020, não se diferenciou da testemunha, indicando a ine-

ficácia de todas as estratégias estudadas para a redução dos efeitos do estresse térmico por alta temperatura na laranja Natal (Figura 3b). De forma análoga, na safra 2020/2021, não se observou efeitos dos tratamentos na produção, massa e sólidos solúveis totais, mesmo quando da utilização de caulim na concentração de 5% (Figura 3c). Nas duas áreas experimentais avaliadas, o lado da planta influenciou a produção das laranjeiras. A face exposta ao sol nascente (Leste) apresentou maior produção em comparação a face exposta ao sol poente (Oeste) na safra 2019/2020.

Já na safra 2020/2021, em Taquaral, a face da planta exposta ao Oeste apresentou produção mais elevada.

Portanto, nas condições em que o trabalho foi realizado, concluiu-se que a aplicação quinzenal de caulim processado nas concentrações de 2, 3 e 5%, da florada à segunda queda fisiológica de frutos, e a aplicação de ácido giberélico a 25 mg/L ou anelamento de pernadas, na fase de queda de pétalas, não influenciam a produção e qualidade de frutos de laranja-doce expostos aos efeitos de estresse por alta temperatura durante o pós-florescimento.



Figura 2. Anelamento completo de ramos das pernas principais a uma altura média de 1 m

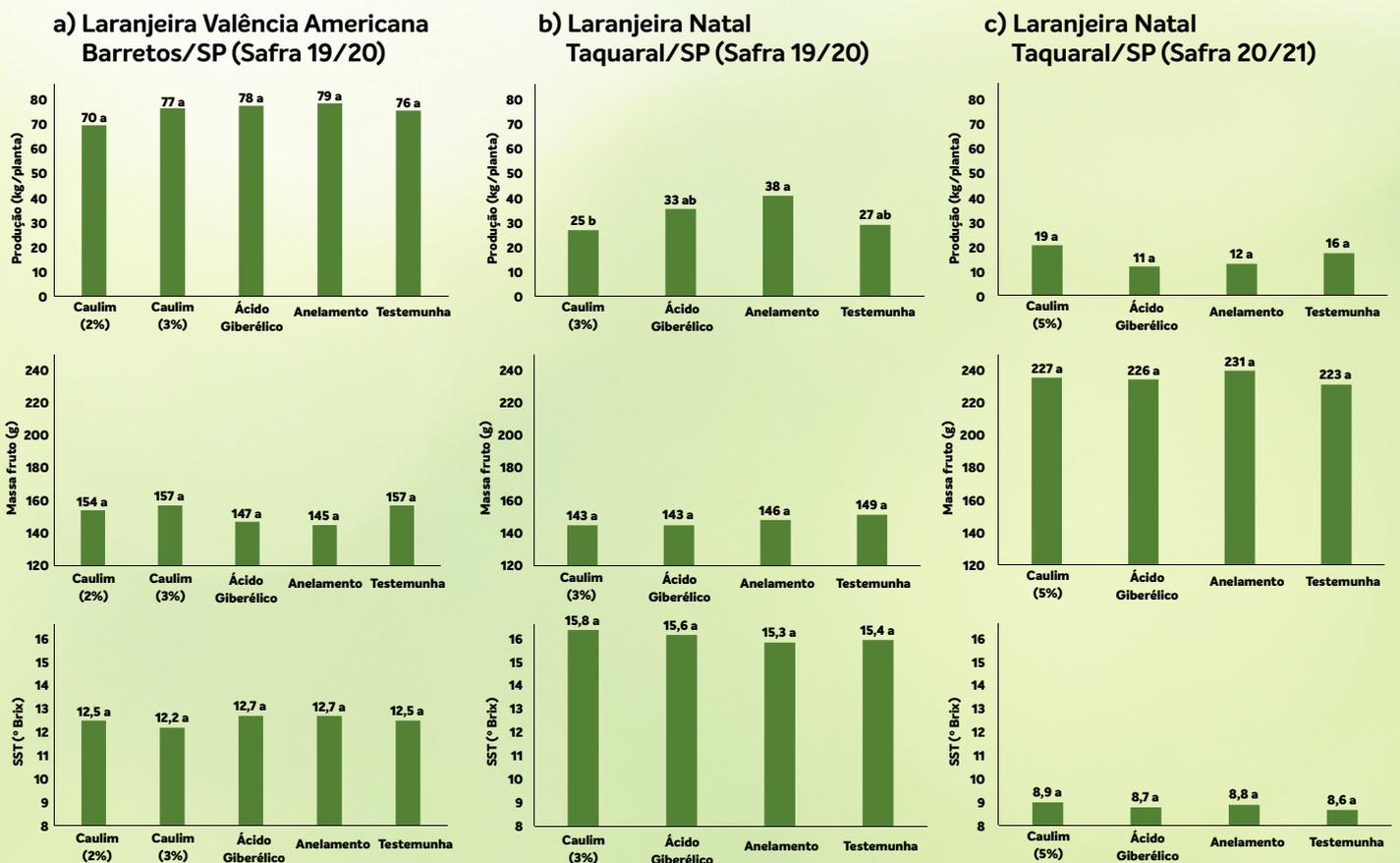


Figura 3. Produção, massa e sólidos solúveis totais (SST) dos frutos de: a) Laranja Valência Americana cultivada em Barretos/SP (safr 19/20); b) Laranja Natal em Taquaral/SP (safr 19/20); c) Laranja Natal em Taquaral/SP (safr 20/21), submetidas a diferentes manejos para redução dos efeitos do estresse térmico por alta temperatura. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si (teste de Tukey, $p < 0,05$)

Autores:

Dr. Danilo Ricardo Yamane (Mestre em Fitossanidade – MasterCitrus)

Dr. Eduardo Augusto Girardi (Pesquisador – Embrapa)

Dr. Renato Beozzo Bassanezi (Pesquisador e Professor – Fundecitrus)



Adjuvantes e fertilizantes foliares interferem na eficácia de acaricidas para o controle do ácaro-da-leprose-dos-citros

Ácaro-da-leprose (*Brevipalpus yothersi* Baker), vetor do vírus da leprose dos citros (CiLV), é uma das principais pragas das plantas cítricas. No Brasil, o manejo do ácaro-da-leprose tem sido realizado basicamente com a aplicação de acaricidas sobre as plantas cítricas. Apesar da relativa eficácia, facilidade de aplicação e ação rápida, a adoção desse método tem gerado aumento nos custos de produção devido ao alto custo dos insumos, dispêndio de energia, demanda de mão de obra e de infraestrutura operacional nas propriedades. Por isso, o uso de acaricidas em mistura com adjuvantes e fertilizantes foliares tem sido uma prática comum entre os citricultores, na tentativa de reduzir os custos de produção, otimizar o uso de máquinas e implementos disponíveis na propriedade, reduzir o número de aplicações e garantir o controle do ácaro e de outros organismos que causam danos às plantas cítricas. No entanto, misturas de produtos em tanque de pulverização podem reduzir não somente a eficácia dos acaricidas devido às alterações físicas e/ou químicas dos compostos usados nas misturas, mas na sustentabilidade econômica e ambiental

RESULTADOS INDICARAM QUE OS NÍVEIS DE TOXICIDADE AGUDA DEPENDEM DA MISTURA DOS COMPONENTES UTILIZADOS E DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO DOS ÁCAROS AOS TRATAMENTOS

do sistema de produção de citros. Assim, este estudo foi realizado para avaliar a influência da adição de adjuvantes [copolímero de poliéster e silicone 1000 g ha⁻¹ (Silwet L-77 AG) ou óleo mineral 4600 g ha⁻¹ (Agefix 920 g L⁻¹)] e/ou de fertilizantes foliares [MgSO₄ (7 kg ha⁻¹), MnSO₄ (7 kg ha⁻¹), ZnSO₄ (7 kg ha⁻¹) e ureia 45% de N (7 kg ha⁻¹)] nos níveis de toxicidade aguda e na efetividade dos acaricidas espirodiclofeno 202 g ha⁻¹ (Envidor 240 SC) e ciflumetofem 268 g ha⁻¹ (Okay 200 SC) para o controle do ácaro-da-leprose.

Para isso, testes em condições laboratoriais e em pomar comercial de laranja-doce Hamlin foram realizados para avaliar os níveis de toxicidade aguda e efetividade dos acaricidas associados aos adjuvantes e/ou fertilizantes foliares para o

controle do ácaro-da-leprose, respectivamente. Em laboratório, os resultados indicaram que os níveis de toxicidade aguda foram dependentes da mistura (adjuvantes e/ou fertilizantes foliares com os acaricidas) e do tempo de exposição dos ácaros aos tratamentos. Aos 12 DAA, todos os tratamentos causaram alta toxicidade aguda, mas a maior mortalidade do ácaro foi observada nos tratamentos usando apenas os acaricidas espirodiclofeno (AE) e ciflumetofem (AC) e ciflumetofem + fertilizantes foliares (AC + FF) do que nos tratamentos usando o espirodiclofeno + copolímero de poliéster e silicone (AE + CO), espirodiclofeno + óleo mineral (AE + OM), ciflumetofem + copolímero de poliéster e silicone (AC + CO) e ciflumetofem + óleo mineral (AC + OM) e o controle (Figura 1).

Em campo, todos os tratamentos (exceto o controle) reduziram a população do ácaro-da-leprose sobre as plantas cítricas aos 12 DAA. A maior redução populacional foi observada nas plantas tratadas com AE + CO + FF, AC e AC + FF do que nas plantas tratadas com AC + CO, AC + OM e o controle (Figura 2). Aos 20 DAA, plantas tratadas com AE, AE + FF, AC e AC + FF tiveram os menores níveis de infestação do ácaro quando comparado aos demais tratamentos (Figura 2). Na avaliação realizada aos 30 DAA, todos os tratamentos proporcionaram redução do ácaro-da-leprose. A menor infestação do ácaro foi registrada nas plantas tratadas com AE (Figura 2). Da mesma forma, plantas tratadas com AE e AC isoladamente ou misturas com adjuvantes e/ou fertilizantes fo-

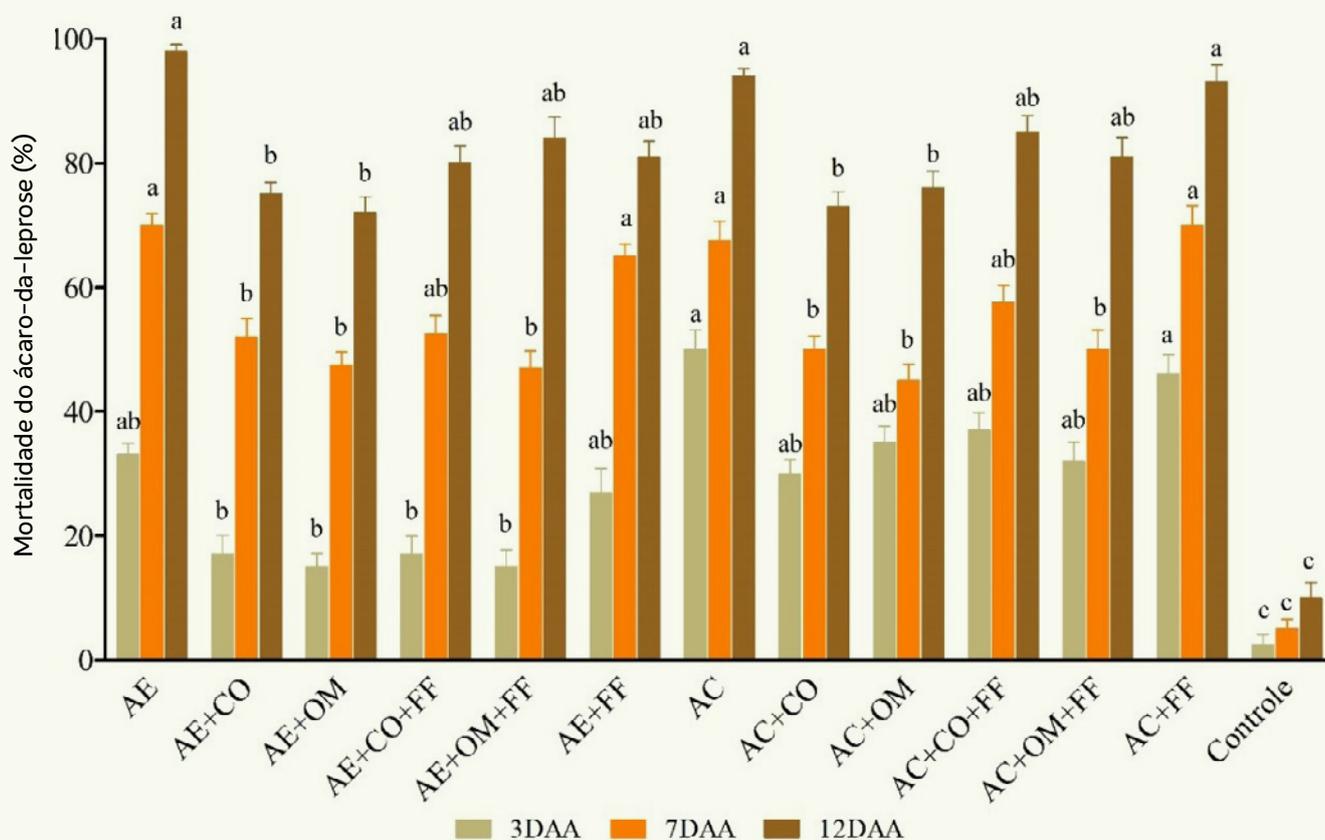


Figura 1. Mortalidade do ácaro-da-leprose aos 3, 7 e 12 dias após a aplicação (DAA) dos acaricidas espirodiclofeno (AE) e ciflumetofem (AC) isoladamente ou em mistura com o copolímero de poliéster e silicone (CO) ou óleo mineral (OM) e/ou fertilizantes foliares [MgSO₄, MnSO₄, ZnSO₄ e ureia (FF)]

liares tiveram menores níveis de infestação do ácaro aos 45 DAA (Figura 2). Na avaliação final (60 DAA), apenas os tratamentos utilizando AE, AE + OM + FF, AE + FF, AC, AC + CO + FF, AC + OM + FF e AC + FF proporcionaram pequena redução nos níveis de infestação do ácaro quando comparado ao tratamento controle (Figura 2).

Ao analisar o período de recolonização do ácaro-da-leprose, os resultados indicaram que a aplicação do AE, isoladamente, ou em mistura com FF proporcionou os maiores períodos de proteção das plantas (44-55 dias) (Figura 3). Porém, a adição de adjuvantes aos AE ou AC resultou nos menores períodos para recolonização do ácaro sobre as plantas (17-20 dias) (Figura 3). Contudo, o uso dos AE ou AC em mistura com adjuvantes e/ou fertilizantes foliares mantiveram

a população do ácaro em níveis baixos por 30-37 DAA (Figura 3).

Ao avaliar a incidência de leprose nos frutos, os resultados indicaram que todos os tratamentos proporcionaram redução na incidência de frutos sintomáticos quando comparado ao controle (Figura 4). No entanto, a maior redução na incidência de frutos sintomáticos foi observada nos tratamentos com o AE, AE + AF, AC e AC + FF em relação aos tratamentos utilizando AE + CO, AE + OM, AE + CO + FF, AE + OM + FF, AC + CO, AC + OM, AC + CO + FF, AC + OM + FF e o controle (Figura 4).

Portanto, os resultados desses estudos sugerem que aplicações dos AE ou AC, isoladamente, devem ser priorizadas pelos citricultores para o manejo do ácaro-da-leprose devido à maior efetividade e ao período de proteção das plantas contra reinfes-

tações do ácaro. Porém, a adição de $MgSO_4$, $MnSO_4$, $ZnSO_4$ e ureia não compromete a efetividade dos AE e AC no controle do ácaro-da-leprose. Dessa forma, a aplicação desses acaricidas em mistura com fertilizantes foliares na pré-floração (maio/junho), os quais também coincidem com os menores índices pluviométricos/estiagens, pode ser uma alternativa importante para reduzir os custos de produção e garantir o manejo do patossistema nos pomares. Por outro lado, a adição do CO ou OM não contribuiu para o aumento na efetividade dos AE e AC no controle do ácaro-da-leprose quando aplicados em altos volumes de calda. Por isso, novos estudos utilizando diferentes volumes de calda e adjuvantes devem ser realizados para verificar o efeito dessas misturas no manejo do ácaro nos pomares.

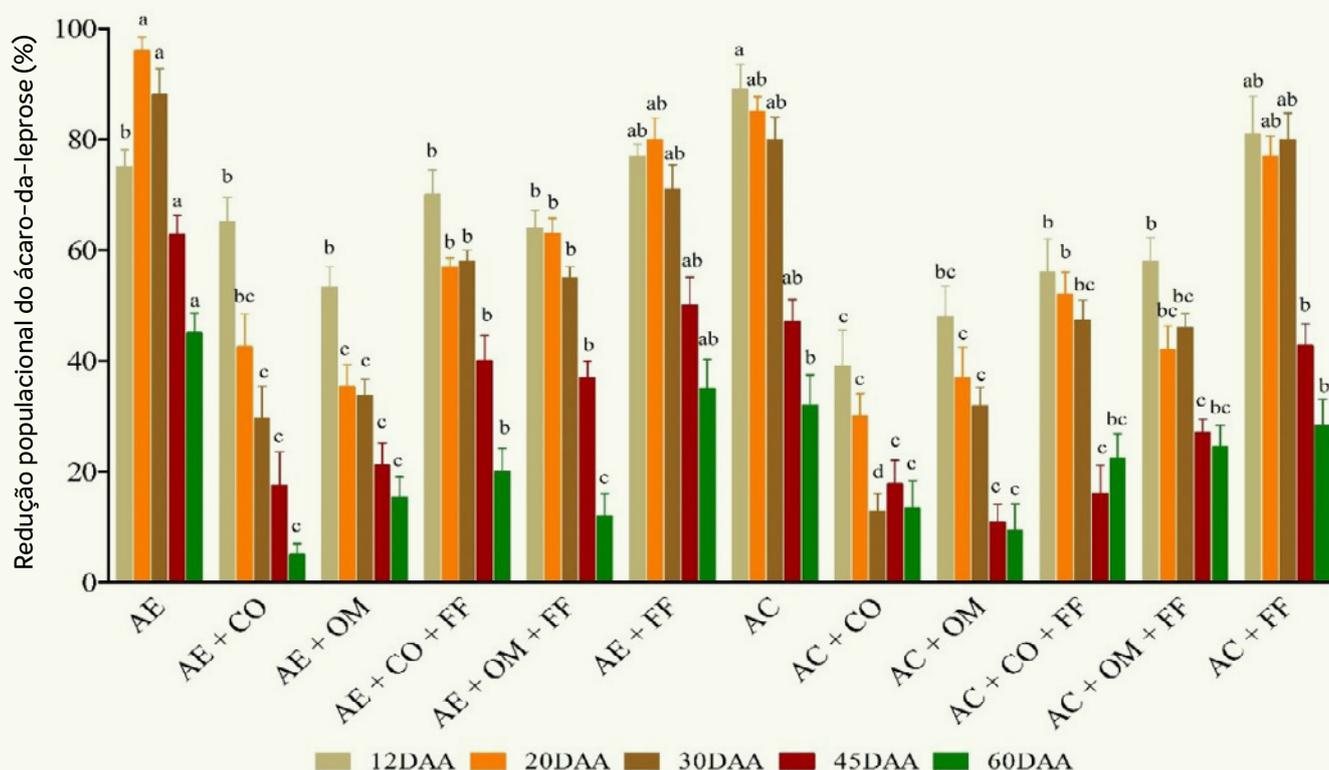


Figura 2. Eficácia dos acaricidas espirodiclofeno (AE) e ciflumetofem (AC) utilizados isoladamente, em mistura com o copolímero de poliéster e silicone (CO) ou óleo mineral (OM) e/ou fertilizantes foliares [$MgSO_4$, $MnSO_4$, $ZnSO_4$ e ureia (FF)] no controle do ácaro-da-leprose aos 12, 20, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA)

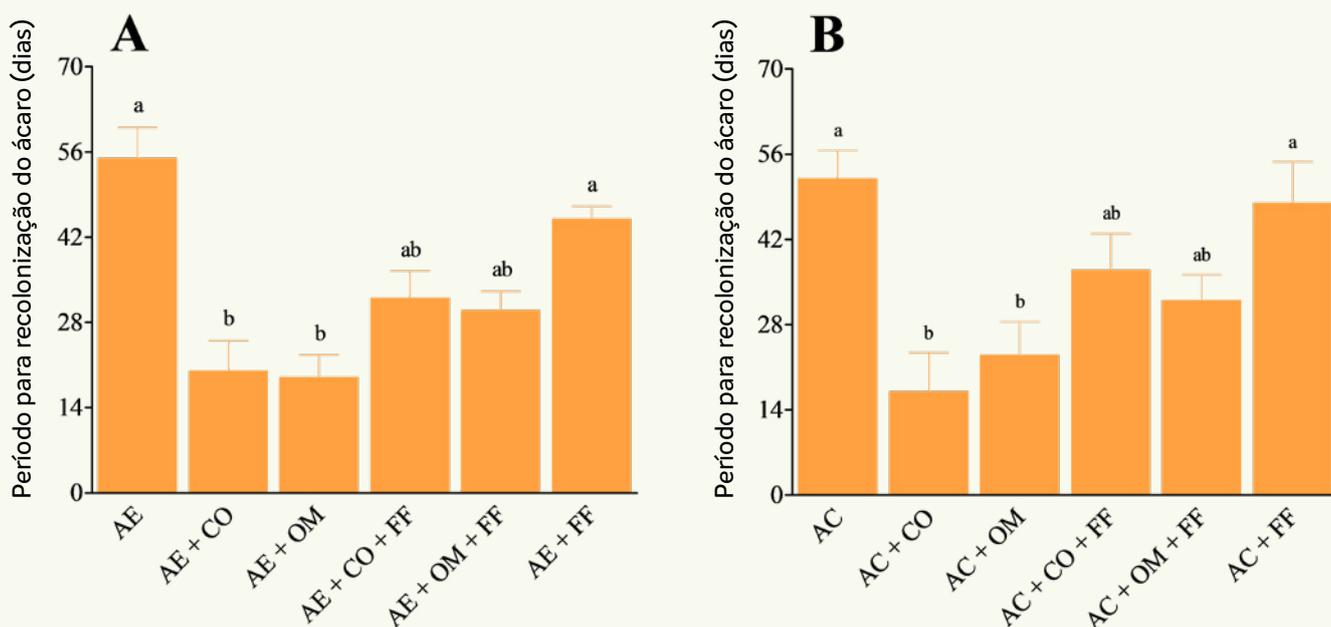


Figura 3. Estimativa do período de recolonização do ácaro-da-leprose após a aplicação dos acaricidas (A) espirodiclofeno (AE) ou (B) ciflumetofem (AC) isoladamente ou em mistura com o copolímero de poliéster e silicone (CO) ou óleo mineral (OM) e/ou fertilizantes foliares [MgSO₄, MnSO₄, ZnSO₄ e ureia (FF)]

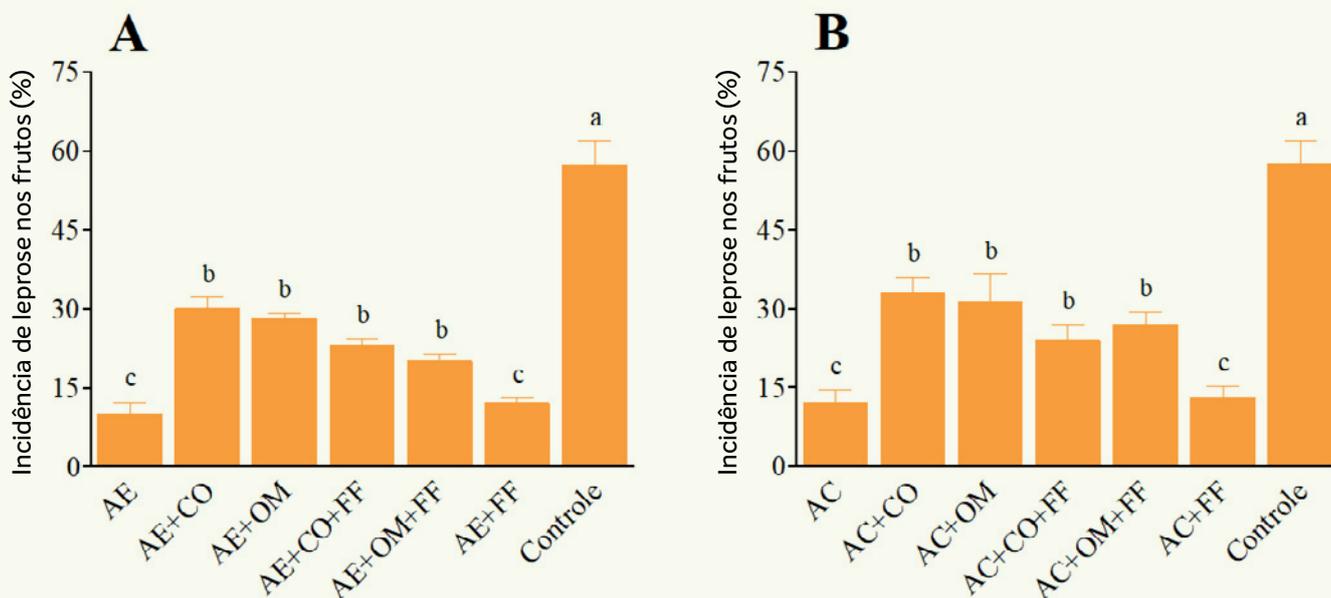


Figura 4. Incidência de frutos sintomáticos após a aplicação dos acaricidas (A) espirodiclofeno (AE) e (B) ciflumetofem (AC) isoladamente ou em mistura com o copolímero de poliéster e silicone (CO) ou óleo mineral (OM) e/ou fertilizantes foliares [MgSO₄, MnSO₄, ZnSO₄ e ureia (FF)] para o controle do ácaro-da-leprose

Autores:

MSc. Jader Carlos Vieira (Mestre em Fitossanidade – MasterCitrus)

Dr. Odimar Zanuzo Zanardi (Professor – IFSC)

Dr. Haroldo Xavier Linhares Volpe (Pesquisador e Professor – Fundecitrus)

Efeito da chuva simulada na efetividade de inseticidas para o controle do psilídeo dos citros

O Huanglongbing (HLB) ou greening é considerada a principal ameaça fitossanitária da citricultura mundial. Essa doença está associada a bactérias (*Candidatus Liberibacter* spp.) que se desenvolvem no floema das plantas hospedeiras. O inseto vetor dessas bactérias é o psilídeo dos citros, *Diaphorina citri*, que se alimenta e reproduz preferencialmente em brotações. No cinturão citrícola de São Paulo e Minas Gerais, o psilídeo está presente nos pomares durante o ano todo, com picos populacionais durante os fluxos vegetativos das plantas.

Dentre as táticas para o controle do psilídeo, a mais efetiva e utilizada pelos citricultores é o controle químico. Contudo, existem poucas informações na literatura sobre a perda de efetividade dos inseticidas na ocorrência de chuvas. Frente a esse problema e buscando soluções mais assertivas para o setor citrícola, foi realizado um estudo com o objetivo de avaliar o efeito de chuvas simuladas na eficácia de inseticidas comumente utilizados para o controle de *D. citri*. Além disso, também foi avaliado o potencial de adjuvantes em reduzir o efeito da chuva.

Em uma primeira etapa do es-

PRECIPITAÇÃO
REPRODUZIDA EM
LABORATÓRIO REDUZIU
O PERÍODO RESIDUAL DE
TODOS OS INSETICIDAS
AVALIADOS NO CONTROLE
DO PSILÍDEO. O DIMETOATO
FOI O MENOS AFETADO,
FENPROPATRINA
MODERADAMENTE
AFETADO E IMIDACLOPRIDO
O MAIS AFETADO

tudo, avaliou-se a eficácia de três inseticidas de grupos químicos distintos (dimetoato – Dimetoato 500EC – 1,8L produto comercial/2000L; fenpropatrina – Danimen 300 EC – 0,3L p.c./2000L; e imidacloprido – Provado 200 SC – 0,4L p.c./2000L), na ausência ou ocorrência de três volumes de chuvas simuladas (5, 10 e 20 mm) (Figura 1). Na segunda etapa, foi avaliado somente o inseticida imidacloprido com a adição de óleo mineral (Argenfrut EC – 0,25%) ou adjuvante (Grip – 0,15%), com um único volume de chuva simulada (10 mm).

Para avaliar a efetividade dos inseticidas e/ou adjuvantes testa-

dos no controle de *D. citri*, foram realizados confinamentos de psilídeos adultos em uma folha selecionada de *seedlings* de laranja doce. As avaliações foram feitas após cinco dias de confinamento (DAC), de onde os insetos eram retirados e contabilizado entre vivos e mortos. Posteriormente, outros insetos foram confinados na mesma folha por mais cinco dias, totalizando três confinamentos (0, 5 e 10 dias após a aplicação), possibilitando avaliar o período residual de cada inseticida utilizado. Foram utilizadas 14 repetições (*seedlings*) por tratamento.

No primeiro experimento, observou-se que a ocorrência de chuva simulada interferiu na efetividade de todos os inseticidas no controle de adultos de *D. citri* (Tabela 1). De modo geral, quando comparado ao mesmo tratamento sem ocorrência de chuva, o inseticida dimetoato foi o menos afetado; o imidacloprido foi o mais afetado, sendo observada uma redução significativa na mortalidade do psilídeo já no primeiro confinamento e no menor volume de chuva (5mm); fenpropatrina teve sua efetividade reduzida na chuva de 20 mm (Tabela 1).

No segundo experimento, o inseticida imidacloprido foi avaliado com

adição de óleo mineral e adjuvante na ausência e ocorrência de chuva simulada (10 mm). Em geral, em todos os períodos de avaliação, observou-se uma baixa mortalidade do psíldeo (<50%) nos tratamentos com imidacloprido mais óleo mineral e/ou adjuvante com ocorrência de chuva. Por outro lado, esses mesmos tratamentos sem ocorrência de chuva ocasionaram uma mortalidade superior a 80% (Tabela 2). Dessa forma, óleo mineral e látex sintético, nas doses avaliadas, não foram capazes de manter a efetividade do imidacloprido quando comparado aos tratamentos sem ocorrência de chuva.

Os resultados desse trabalho, utilizando chuva simulada, mostraram que a necessidade de re-aplicação do inseticida para controle do psíldeo vai depender do volume de chuva e do inseticida utilizado. Em geral, existe uma tendência de uma maior precipitação resultar em uma menor performance do inseticida no controle do psíldeo. Contudo, a efetividade de alguns inseticidas é mais afetada do que em outros. O estudo demonstrou pela primeira vez o potencial das chuvas em interferir na performance dos inseticidas utilizados para controle de *D. citri* em citros. Os resultados deste estudo, podem ajudar os citricultores na tomada de decisão sobre a necessidade de aplicação e/ou re-aplicação de inseticidas antes e depois de eventos de precipitação e, também, na escolha do inseticida para um manejo mais assertivo do psíldeo. Baseado nos resultados do presente estudo, novos trabalhos estão sendo realizados com os inseticidas atualmente presentes na Prote-Citrus (Produtos para Proteção da Citricultura) e com adjuvantes disponíveis no mercado.



Figura 1. Simulador de chuva

Tabela 1. Mortalidade média (\pm erro padrão) de adultos de *Diaphorina citri* expostos ao resíduo de inseticidas aos 0, 5 e 10 dias após a aplicação (DAA) com ou sem chuva simulada

Tempo	Tratamentos	Mortalidade ¹ (%) Chuva simulada (mm)			
		0	5	10	20
0 DAA	Fenpropratrina	95,00 \pm 2,30 Aa	81,40 \pm 4,60 Aba	91,40 \pm 3,10 Aa	70,70 \pm 7,40 Bb
	Dimetoato	100,00 \pm 0,00 Aa	97,10 \pm 1,60 Aa	100,00 \pm 0,00 Aa	97,90 \pm 1,10 Aa
	Imidacloprido	99,30 \pm 0,70 Aa	32,10 \pm 5,40 Bb	35,70 \pm 6,90 Bb	22,10 \pm 4,90 Bc
	Controle	10,70 \pm 4,30 Ab	10,70 \pm 4,30 Ac	10,70 \pm 4,30 Ac	10,70 \pm 4,30 Ac
5 DAA	Fenpropratrina	64,30 \pm 8,60 Ab	52,90 \pm 6,60 Ab	70,00 \pm 7,60 Aa	60,70 \pm 7,40 Aa
	Dimetoato	100,00 \pm 0,00 Aa	84,30 \pm 5,30 ABa	72,90 \pm 6,90 Ba	77,90 \pm 5,60 ABa
	Imidacloprido	100,00 \pm 0,00 Aa	50,00 \pm 6,30 Bb	45,70 \pm 6,90 Bb	35,70 \pm 8,70 Bb
	Controle	13,60 \pm 4,50 Ac	13,60 \pm 4,50 Ac	13,60 \pm 4,50 Ac	13,60 \pm 4,50 Ac
10 DAA	Fenpropratrina	56,40 \pm 6,80 Ab	29,30 \pm 4,90 Bb	26,80 \pm 5,80 Bb	28,60 \pm 7,80 Bb
	Dimetoato	96,40 \pm 1,70 Aa	56,40 \pm 8,00 Ba	52,90 \pm 6,80 Ba	48,60 \pm 5,60 Ba
	Imidacloprido	98,60 \pm 1,40 Aa	21,40 \pm 6,90 Bb	25,00 \pm 5,10 Bb	22,90 \pm 5,20 Bb
	Controle	13,90 \pm 3,20 Ac	13,90 \pm 3,20 Ab	13,90 \pm 3,20 Ab	13,90 \pm 3,20 Ab

¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

Tempo	Tratamentos	Mortalidade ¹ (%) Chuva simulada (mm)	
		0	10
0 DAA	Imidacloprido	98,57 \pm 0,97 Aa	20,71 \pm 5,29 Bb
	Imidacloprido+ óleo mineral	98,28 \pm 0,71 Aa	46,42 \pm 7,60 Ba
	Imidacloprido+ látex sintético	100,00 \pm 0,00 Aa	49,28 \pm 6,83 Ba
	óleo mineral	43,57 \pm 8,49 Ab	9,28 \pm 3,22 Bb
	Látex sintético	10,00 \pm 2,96 Ac	12,14 \pm 4,08 Ab
	Controle	8,57 \pm 2,94 Ac	8,57 \pm 2,94 Ab
5 DAA	Imidacloprido	100,00 \pm 0,00 Aa	32,14 \pm 5,36 Ba
	Imidacloprido+ óleo mineral	98,57 \pm 0,97 Aa	30,00 \pm 3,92 Ba
	Imidacloprido+ látex sintético	96,42 \pm 2,89 Aa	30,71 \pm 4,62 Ba
	óleo mineral	13,57 \pm 3,86 Ab	10,71 \pm 3,55 Ab
	Látex sintético	15,00 \pm 4,02 Ab	20,71 \pm 4,50 Aab
	Controle	11,42 \pm 2,31 Ab	11,42 \pm 2,31 Ab
10 DAA	Imidacloprido	90,00 \pm 4,05 Aa	36,42 \pm 5,09 Ba
	Imidacloprido+ óleo mineral	90,00 \pm 3,92 Aa	29,28 \pm 3,84 Bab
	Imidacloprido+ látex sintético	86,42 \pm 5,90 Aa	40,00 \pm 6,29 Ba
	óleo mineral	20,00 \pm 3,63 Ab	12,85 \pm 3,54 Ab
	Látex sintético	17,85 \pm 5,56 Ab	10,71 \pm 2,86 Ab
	Controle	12,85 \pm 5,39 Ab	12,85 \pm 5,39 Ab

Tabela 2. Mortalidade média (\pm erro padrão) de adultos de *Diaphorina citri* expostos ao resíduo do inseticida imidacloprido e adjuvantes aos 0, 5 e 10 dias após aplicação (DAA) com ou sem chuva simulada (0 e 10 mm)

¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

Autores:

MSc. Rafael Brandão Garcia (Mestre em Fitossanidade - MasterCitrus)
 Dr. Marcelo Pedreira de Miranda (Pesquisador e Professor - Fundecitrus)
 Dra. Michele do Carmo Sousa Timossi (Bióloga - Fundecitrus)

Conhecimento sobre a citricultura,
ONDE VOCÊ ESTIVER



Variação temporal e regional na concentração da bactéria do greening em brotações de laranjeira Valência

O CLIMA AFETA A INCIDÊNCIA DE GREENING E PSÍLÍDEO NO PARQUE CITRÍCOLA

O greening, causado pela bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, afeta todas as variedades de citros. A bactéria coloniza todos os órgãos da planta, provocando perdas de raízes, desfolha e redução progressiva na produção e qualidade dos frutos. Quando a infecção inicial ocorre em plantas ainda jovens (<2 anos), dependendo do nível de infecção, estas nem chegam a produzir. Quando a infecção inicial acontece em plantas adultas, a produção vai declinando gradualmente à medida em que os sintomas vão tomando a copa.

A bactéria é trans-

mitida pelo psílídeo *Diaphorina citri*, um inseto que se reproduz rapidamente na presença de brotações e sob condições climáticas favoráveis. A disseminação ocorre quando o inseto se alimenta nas plantas doentes e, depois, se alimenta nas plantas saudáveis. Quinze minutos de alimentação na planta doente já são suficientes para o inseto adquirir a bactéria, e outros 15 minutos de alimentação

na planta saudável para que ocorra a inoculação. A taxa de aquisição da bactéria depende da fase do ciclo de

vida do inseto no momento em que ele se alimenta na planta doente, do tempo em que permanece se alimentando e da concentração da bactéria na planta. As ninfas são mais eficientes do que os adultos e quanto maior o tempo de alimentação e concentração da bactéria, maior é a taxa de aquisição.

No parque citrícola de São Paulo e Triângulo Mineiro existem grandes variações climáticas entre regiões e épocas do ano e, também, grandes variações na incidência de greening entre regiões. As incidências podem ser muito baixas (< 0,5% em 2022) em regiões de verões quentes, como Votuporanga e Triângulo Mi-

neiro e muito altas (>70%) em regiões de temperaturas mais amenas, como é o caso de Limeira.

Vários estudos demonstraram que o principal fator que afeta a concentração da bactéria na planta é a temperatura do ar. No estudo aqui apresentado, nós selecionamos, em janeiro de 2017, dez plantas, entre oito e nove anos, de laranja Valência doentes em cada uma de três propriedades localizadas nos municípios de Altair, Guaimbê e Analândia, mostrados no mapa a seguir.



Os sintomas de greening estavam presentes em 75 a 100 % da copa. Os ramos doentes passaram a ser podados a cada dois meses para emissão de novos brotos, os quais foram coletados entre 15 a 20 dias após as datas da poda e enviados ao laboratório do Fundecitrus para análise por PCR para determinar a concentração da

bactéria. Próximo às áreas avaliadas, foram instalados registradores de temperatura, umidade relativa e pluviômetro. A última avaliação foi feita no mês de junho de 2018.

Enquanto em Altair as dez plantas brotaram após todas as datas de poda, em Guaimbê, em outubro/17, somente três plantas brotaram e, em junho/18, nenhuma. Em Analândia, em outubro/17, brotaram seis e em abril e junho/18, somente quatro. No gráfico abaixo, é mostrada a concentração média da bactéria nas brotações em todas as datas de avaliação. A concentração é apresentada na forma de logaritmo do número de células da bactéria por grama de brotos.

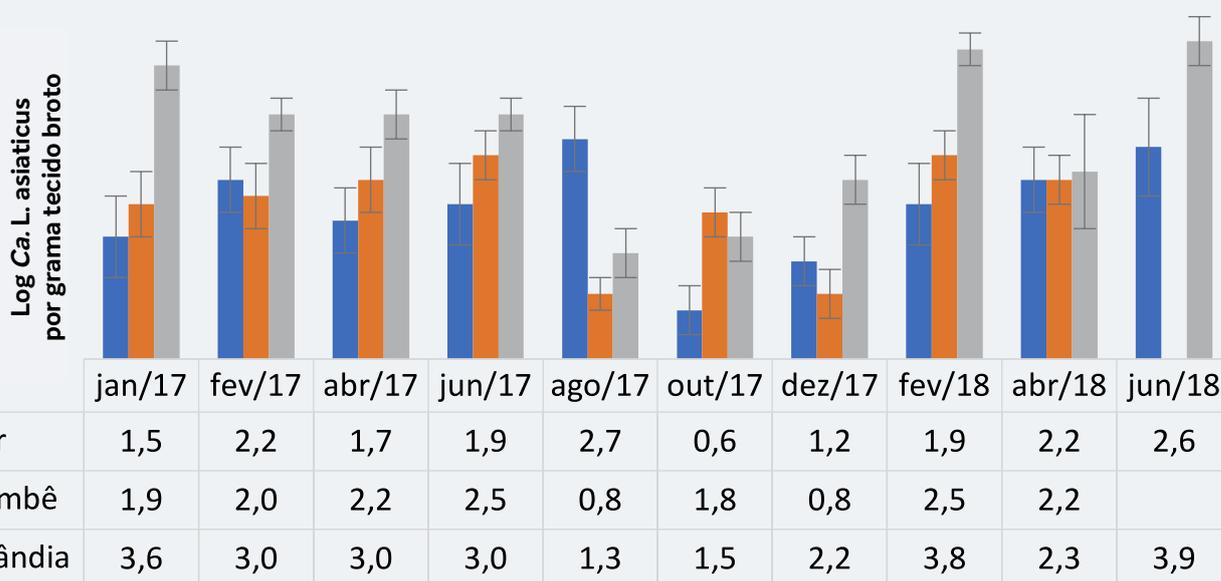
Conforme mostrado no gráfico, a concentração variou entre regiões e entre datas dentro de cada região. Os brotos apresentaram maiores concentrações em Analândia (1,3 a 3,9) e menores em Altair (0,6 a 2,6). Em Altair, o menor valor ocorreu em outubro/17 (0,6); em Guaimbê, em agosto e dezembro/17 (0,8); e em Analândia, em agosto (1,3) e outubro/17 (1,5).

Visando entender o efeito que o clima poderia ter sobre a bactéria, foram analisados os dados de

temperatura do ar e o acumulado de chuvas nos 7, 15, 30 e 35 dias que antecederam a data da coleta dos brotos. O único fator que explicou a variação dos dados foram as altas temperaturas. Quanto maior a incidência de horas acima de 35 °C, menor foi a concentração da bactéria.

O estudo teve prosseguimento nos últimos anos, confirmando que as altas temperaturas afetam a bactéria do greening, o que, em parte, ajuda a explicar porque no Norte e Noroeste do parque citrícola, onde os verões são mais quentes do que na região Central e Sul, a incidência do greening é baixa.

No entanto, para uma análise mais completa da expansão do greening no parque citrícola, temos que levar em conta outros dois componentes do sistema — o psilídeo e as próprias brotações. O psilídeo dissemina a bactéria e as brotações de fonte de alimento e reprodução do inseto, e é por onde a bactéria é inoculada na planta sadia. Temos que lembrar que tanto o psilídeo como as brotações também são afetados diretamente pelo clima. Excessos de frio e calor reduzem a taxa de reprodução do inseto, o que leva a uma menor população, e, consequente-



mente, menor chance de disseminação da bactéria. Os excessos de temperatura explicam, portanto, as baixas populações do psíldeo tanto no extremo norte como no extremo Sul do parque citrícola.

Mas o psíldeo também é afetado pela presença ou ausência de brotações. E nesse aspecto, existem grandes diferenças na quantidade de brotos favoráveis à reprodução do psíldeo e a novas infecções pela bactéria no parque citrícola. Historicamente, conforme comentado, nas regiões Norte e Noroeste, as plantas cítricas ficam expostas a não somente a excessos de calor, mas a longos períodos de deficiência hídrica, o que não acontece mais ao Sul, onde as chuvas são mais frequentes ao longo do ano. Por causa disso, enquanto no Sul as brotações ocorrem praticamente o ano todo, no Norte-Noroeste, elas se concentram em curtos períodos de tempo, com chuvas no final do inverno e início da primavera, seguido de dois ou três picos menores que ocorrem durante o verão. As altas temperaturas do Norte-Noroeste também fazem com que os brotos cresçam e amadureçam mais rápido do que nas demais regiões e, ao amadurecer, o broto deixa de ser favorável ao psíldeo.

Dessa forma, analisando todos os fatores mencionados, concluímos que as baixas incidências de greening no Norte-Noroeste do parque citrícola se devem ao clima, afetando negativamente a bactéria e as brotações, resultando em menores quantidades de psíldeo e menores chances de disseminação do greening durante boa parte do ano. Já no Sul, o que deve afetar a disseminação do greening não é a ausência de brotos, mas as baixas populações de psíldeo causados pelas temperaturas mais baixas.

Do ponto de vista prático, de que maneira os resultados das pesquisas envolvendo o clima podem ajudar no manejo do greening?

O processo de disseminação do greening é complexo. Envolve a bactéria, o psíldeo e as brotações. Temos que recordar que o greening é uma doença que não tem cura e, por causa disso, toda ação de controle deve ser tomada de forma preventiva e eficiente para evitar que as plantas saudáveis se infectem. Qualquer erro no manejo pode significar perda do pomar ou de toda a propriedade. Embora tenhamos avançado muito no entendimento das interações

entre esses componentes, ainda não possuímos todas as informações que permitam prever, em um determinado momento, qual o risco de disseminação do greening em uma propriedade e, com isso, indicar com precisão qual o melhor momento de ação contra o psíldeo, por meio de pulverização de inseticidas.

Se por um lado não temos ainda condições de prever o melhor momento de proceder as pulverizações, por outro, as informações experimentais e históricas acumuladas até agora já nos permitem, com base em dados climáticos, definir regiões mais ou menos favoráveis à disseminação do greening e, com isso, orientar os produtores na escolha de áreas menos propícias à disseminação do greening e, consequentemente, mais favoráveis à expansão de novos plantios. Essas áreas devem apresentar condições climáticas similares às das regiões Norte e Noroeste de São Paulo onde, pelas razões expostas, o greening não avançou. Obviamente que essa análise se restringe somente a um maior ou menor risco de disseminação do greening. Certamente que outras características deverão ser consideradas pelos produtores, como disponibilidade de fontes de água para irrigação, mão de obra, distância de mercados consumidores ou indústria, etc.



Autores:

MSc. Sérgio Ricardo S. do Nascimento (Mestre em Fitossanidade – MasterCitrus)
Dr. Silvio Lopes (Pesquisador e Professor – Fundecitrus)

Resistência ao greening em plantas da família dos citros abre novas perspectivas de controle da doença

DOIS ANOS APÓS A DATA DE INOCULAÇÃO, APESAR DO PORTA-ENXERTO ESTAR TOTALMENTE INFECTADO, 7 DAS 25 RUTÁCEAS AVALIADAS PERMANECERAM TOTALMENTE LIVRES DA BACTÉRIA

O greening é uma doença vascular sem cura, causada por uma bactéria e transmitida por insetos altamente prolíficos chamados de *Diaphorina citri*. Esses insetos migram a grandes distâncias e são de difícil controle. Assim que ocorre a infecção, a bactéria transloca-se rapidamente para todas as partes da planta. Para o controle da doença, já foram testados sem sucesso a poda de ramos doentes, termoterapia e uso de antibióticos. É comprovadamente a doença mais destrutiva das plantas

cítricas. Plantas jovens infectadas não chegam a produzir, tamanho os danos que a doença provoca, e plantas adultas deixam de ser economicamente produtivas em poucos anos.

O greening tem sua origem na Ásia. Foi detectado pela primeira vez no continente americano em 2004, na região central do estado de São Paulo. Em 2022, a incidência chegou a 24,42% no parque citrícola, com grandes variações entre regiões devido a variações climáticas que afetam as brotações, a bactéria e o inseto ve-

tor. A região mais afetada é a de Limeira com mais de 70% das árvores infectadas. As menos afetadas são as regiões do Triângulo Mineiro e Votuporanga, onde as incidências não chegam a 0,1%.

O controle do greening é muito difícil e oneroso. Exige eliminação de plantas com sintomas da doença, independentemente da idade e onde estejam localizadas, ou seja, em áreas comerciais e não comerciais como pomares abandonados, chácaras e fundos de quintal. A eliminação de plantas doentes é necessária para que estas não sirvam de fontes de contaminação as demais plantas do pomar.

A segunda medida de controle consiste em pulverizações constantes de inseticidas para evitar que o inseto que se alimentou nas plantas doentes dissemine a bactéria para plantas saudáveis. Assim como a eliminação de plantas, medida de difícil aceitação porque além de poder provocar danos ao meio ambiente, aumenta consideravelmente o custo de produção. A terceira medida de controle consiste no plantio de mudas produzidas em viveiros



Microcitrus australis

protegidos que, por lei, é obrigatória no estado de São Paulo.

Como acontece em todas as culturas agrícolas, a medida mais eficiente e menos onerosa de controle de doenças de plantas é o plantio de variedades resistentes. Entretanto, para o greening, essa medida não pode atualmente ser adotada porque todas as variedades comerciais são altamente suscetíveis, tanto as utilizadas como copa (laranjas, limas, limões e tangerinas) como as utilizadas como porta-enxerto (limões, tangerinas e trifoliatas). No entanto, em 2016, foi observado na Flórida (EUA), em uma área sob forte pressão de infecção pela bactéria do greening, que algumas espécies pertencentes à mesma família botânica dos citros (Rutaceae) não se infectavam com a bactéria.

A resistência ao greening foi comprovada em estudos conduzidos aqui no Fundecitrus em experimentos que se iniciaram em 2017. Vinte e quatro espécies de rutáceas foram selecionadas e propagadas no porta-enxerto de limão Cravo que, conforme mencionado, é altamente suscetível ao greening. Em seguida, todas as plantas foram inoculadas com a bactéria do greening, via enxertia, no caule do porta-enxerto e no caule da copa. A inoculação via enxertia de partes de ramos doentes é uma forma muito eficiente de experimentalmente transmitir a bactéria entre plantas. Como controle, também foram incluídas plantas de laranja doce. Para verificar se houve ou não infecção, as plantas foram avaliadas por qPCR. A qPCR indica



Eremocitrus glauca

se a bactéria do greening está ou não presente e em que concentração. Foram avaliados raiz e caule do porta-enxerto um e dois anos depois da data de inoculação e folhas da copa, ao longo de dois anos.

Como resultado, foi observado que, após os dois anos da data de inoculação, apesar do porta-enxerto estar totalmente infectado, sete das 25 rutáceas avaliadas permaneceram

totalmente livres da bactéria, sendo classificadas como resistentes. Foram elas: as espécies *Eremocitrus glauca* e *Microcitrus warburgiana*, e os híbridos *E. glauca* × *Citrus* sp., *M. australasica* × (*M. australis* × *M. australasica*), [*E. glauca* × (*M. australis* × *M. australasica*)] × *M. australasica*, *M. australis* × *M. inodora* e *M. papuana* × *M. warburgiana*. Os resultados são mostrados na figura a seguir.

Como pode ser observada na figura, a concentração da bactéria na raiz do porta-enxerto um ano após a inoculação (coluna cinza), no caule do porta-enxerto um e dois anos após a inoculação (amarelo escuro e claro, respectivamente) e na copa de laranja doce um e dois anos após a inoculação (verde escuro e claro, respectivamente) variou de aproximadamente 3 a 5 logs, ou seja, mil a cem mil células bacterianas por grama de tecido. Por outro lado, nas folhas das rutáceas resistentes, nenhuma bactéria foi detectada (nd). Todos esses materiais resistentes são originados da

Oceania que inclui, entre outros países, a Austrália, Nova Zelândia e Papua Nova Guiné.

A alta resistência das rutáceas foi confirmada em cinco outros experimentos utilizando as mesmas plantas. Primeiramente, foi avaliado se o psíldeo seria capaz de adquirir a bactéria ao se alimentar em brotações das plantas resistentes. Na sequência, foi avaliado se a bactéria seria transmitida das rutáceas resistentes para plantas de laranja doce via enxertia. Para tal, borbulhas e casca das copas resistentes foram enxertadas em plantas sadias de laranja doce. Posteriormente,

para avaliar novamente se as copas das rutáceas estavam realmente livres da bactéria, gemas de laranja doce sadia foram enxertadas na copa das rutáceas e estacas da copa foram propagadas por enraizamento. Por fim, foi avaliado se a bactéria do porta-enxerto infectado seria capaz de translocar para brotações das copas resistentes. Para isso, o caule de todas as rutáceas foram drasticamente podadas 5 cm acima da sua união com o porta-enxerto, forçando o crescimento de novos brotos.

Foi observado que (i) nenhum inseto que se alimentou

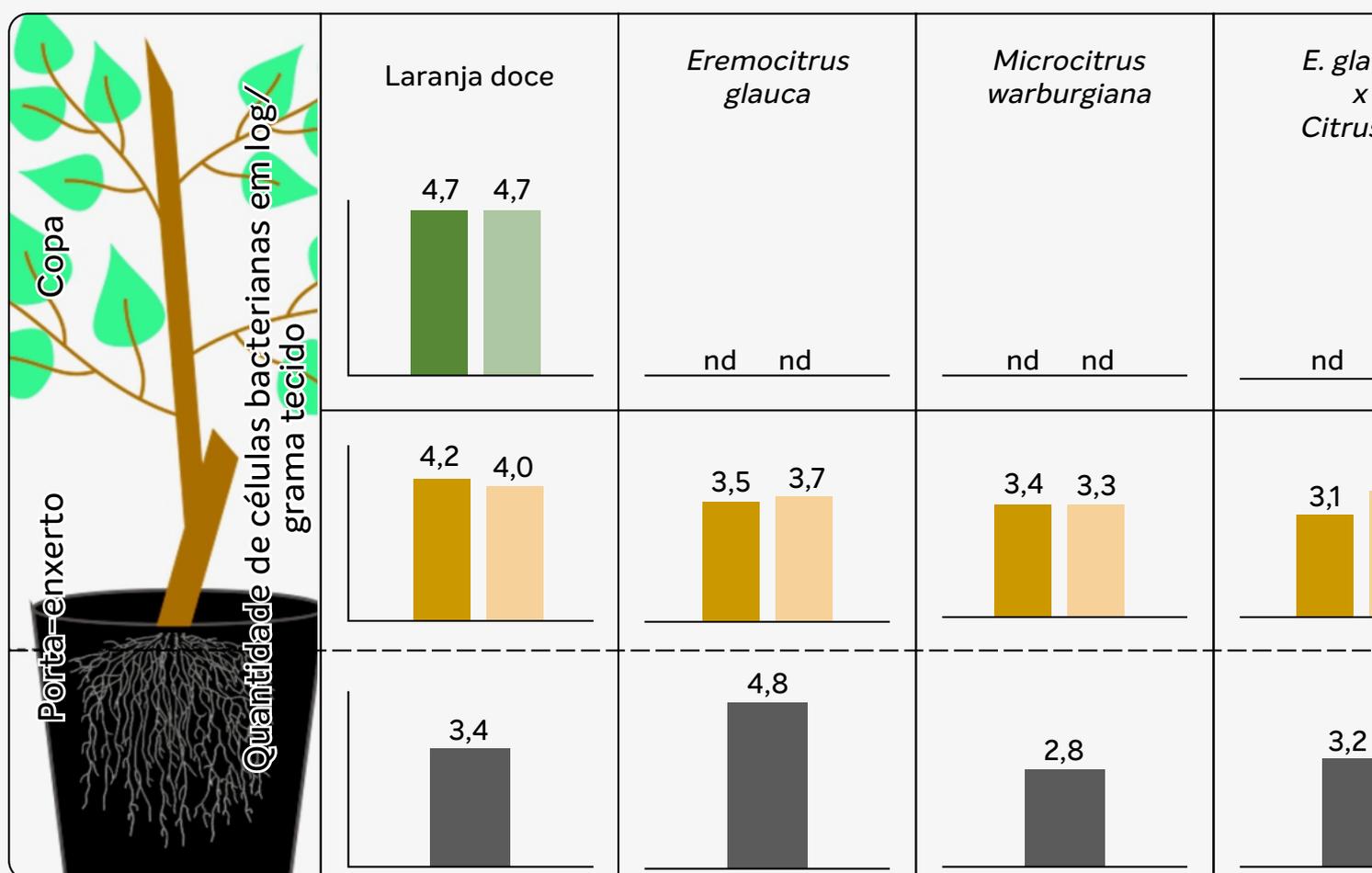


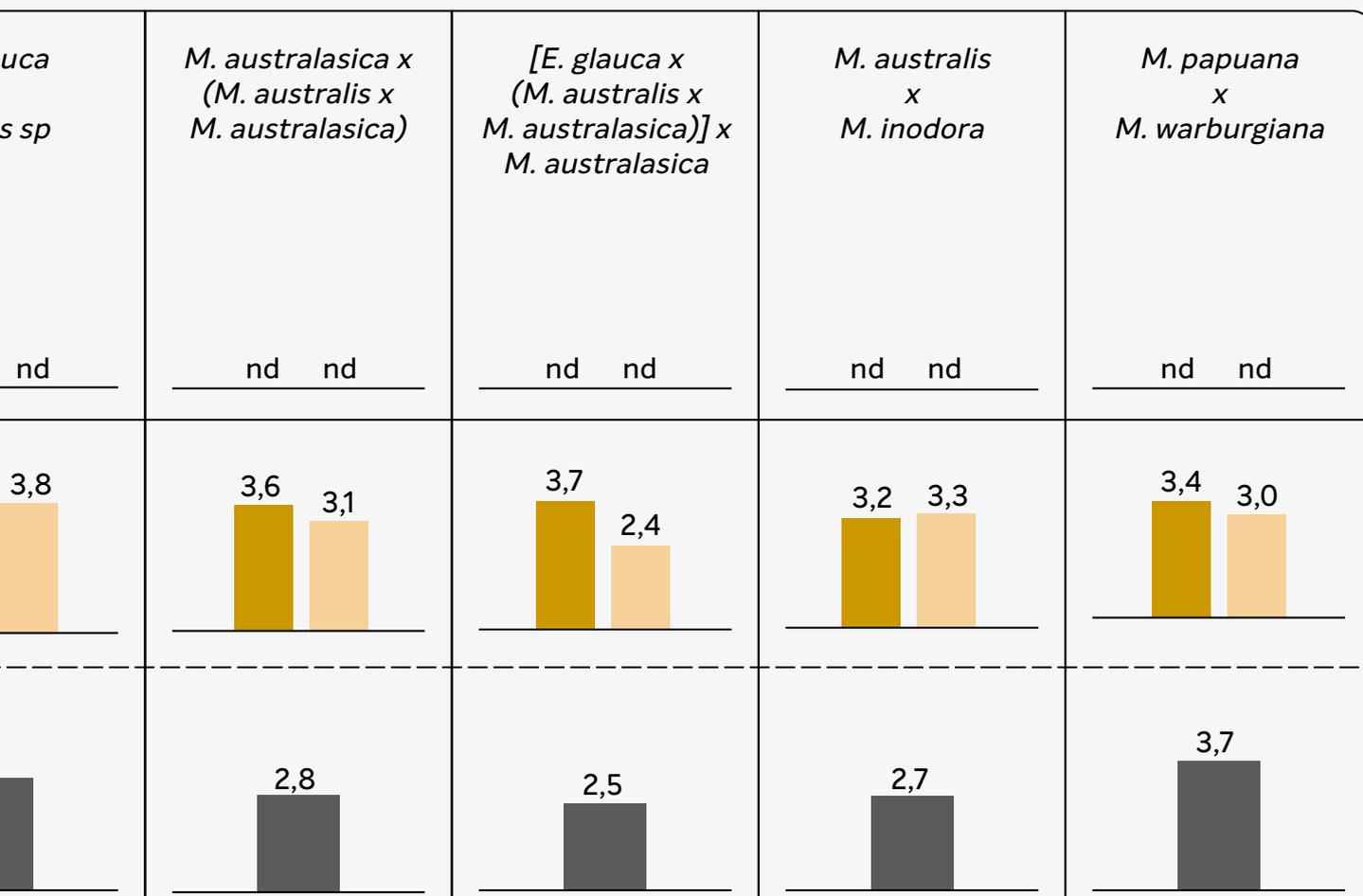
Figura mostrando concentração da bactéria do greening presente na raiz do porta-enxerto 1 ano após a inoculação (coluna cinza), no caule do porta-enxerto 1 e 2 anos após a inoculação (amarelo escuro e claro), e na copa de laranja doce e das 7 rutáceas avaliadas 1 e 2 anos após a inoculação (verde escuro e claro). Os valores estão em logaritmo do número de bactéria por grama de tecido com nd indicando que a bactéria não foi detectada

das plantas resistentes foi capaz de adquirir a bactéria, (ii) nenhuma borbulha ou casca das espécies resistentes transmitiu a bactéria para as plantas de laranja doce sadias, (iii) nenhuma laranja doce que se originou sobre as rutáceas resistentes adquiriu a bactéria e (iv) nenhuma planta originada do enraizamento das copas e nenhum broto que cresceu na copa após a poda drástica do caule estavam infectados.

A confirmação de que existem rutáceas resistentes ao greening abre novas perspectivas de um controle mais eficaz e sustentável do greening.

As próximas etapas de estudo consistem na identificação dos genes de resistência e transferência destes para plantas cítricas comerciais. A etapa de identificação dos genes é facilitada pelo fato de que as rutáceas resistentes podem ser cruzadas com citros. Já a existência de técnicas biotecnológicas avançadas permitem a introdução ou edição dos genes nas variedades comerciais. Além disso, híbridos obtidos do cruzamento entre plantas resistentes e suscetíveis poderão ser avaliados como novos porta-enxertos. Os estudos mencionados já se encontram

em andamento desde 2019 no Fundecitrus, conta com a colaboração da Embrapa e de diferentes instituições internacionais, como o Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento (CIRAD) da França; Conselho de Pesquisa Agrícola e Análise de Economia Agrícola (CREA) da Itália; Instituto de Biologia Molecular e Celular de Plantas – Conselho Superior de Investigações Científicas e Universidade Politécnica de Valência (IBM-CP-CSIC-UPV) da Espanha e Universidade de Amsterdam (UVA) da Holanda.



Autores:

Dra. Mônica Neli Alves (Mestre em Fitossanidade – MasterCitrus)

Dr. Silvio Lopes (Pesquisador e Professor – Fundecitrus)

Programa de mestrado
do Fundecitrus recebe
NOTA MÁXIMA
da Capes