

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL EM FITOSSANIDADE
DOS CITROS**

LEONARDO JOÃO RIVERA DORING

**Duração do programa de proteção e intervalo de aplicação de cobre
e estrobilurina para o manejo conjunto de cancro cítrico e pinta
preta em pomar de laranja ‘Valência’**

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

Orientador: Dr. Franklin Behlau

Coorientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

**Araraquara
Fevereiro 2021**

LEONARDO JOÃO RIVERA DORING

**Duração do programa de proteção e intervalo de aplicação de cobre
e estrobilurina para o manejo conjunto de cancro cítrico e pinta
preta em pomar de laranja ‘Valência’**

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

Orientador: Dr. Franklin Behlau

Coorientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

**Araraquara
Fevereiro 2021**

LEONARDO JOÃO RIVERA DORING

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

Araraquara, 26 de fevereiro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Franklin Behlau (Orientador)
Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS, Araraquara/SP

Dr. Danilo Franco
Farm Assistência Técnica S/S Ltda., Bebedouro/SP

Dr. Marcelo Pedreira de Miranda
Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS, Araraquara/SP

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Walter Arthur Doring Filho e minha mãe Neila Rivera Doring, que me ensinaram a melhor forma de enfrentar a vida, a respeitar tudo o que me envolve e ser uma pessoa de caráter e honesta. Por alimentarem minha fé em busca de meus objetivos e por estarem sempre ao meu lado.

Ao meu irmão Arthur Guilherme Rivera Doring, pela irmandade e companheirismo, pelo qual tenho muito orgulho e apreço.

À minha namorada Eduarda Tarossi Locatelli a quem tenho muito amor, carinho e admiração pela mulher que é. Obrigado pela paciência e por sempre me apoiar nas horas em que mais precisei.

CONTEM COMIGO PARA SEMPRE, AMO VOCÊS!

OFEREÇO

Aos meus avôs João Baptista Rivera (*in memorian*) pelo grande homem de família que foi e pela sua grande sabedoria, o qual sempre mostrou os principais valores a serem seguidos, e Walter Arthur Döring (*in memorian*), pelo exemplo do grande homem trabalhador e a sua honestidade.

Às minhas avós Maria Martinelli Rivera (*in memorian*) e Neyde Simmerman Döring (*in memorian*), que pelo pouco que pude conhecê-las, mostraram como se deve honrar a família, amar os filhos e netos.

VOCÊS SEMPRE ESTARÃO EM MEUS PENSAMENTOS!

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por ter me dado fé, saúde, lucidez e sabedoria nas horas em que mais precisei, possibilitando todas as oportunidades e conquistas na minha vida.

Aos gerentes agrícolas da Cambuhy Agrícola LTDA, MSc. Marcio Alexandre Jorge e MSc. Ivan Brandimarte, pela oportunidade a mim concedida, pelo apoio, confiança e amizade durante toda a elaboração e execução do mestrado.

Aos professores Dr. Franklin Behlau e Dr. Geraldo José da Silva Junior pela orientação, paciência, apoio, companheirismo e pela valorosa amizade durante todo o período do mestrado e na elaboração e execução do trabalho. Agradeço profundamente a oportunidade e confiança depositadas em mim.

Ao Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS, pela oportunidade em realizar o mestrado e para toda a equipe da instituição, em especial ao futuro engenheiro agrônomo Alisson Marcel Cayres e Eng. Agr. Bruno Eugênio, pela contribuição e ajuda na execução dos trabalhos em campo. Agradecer também a Andrieli Cristina Botácio, pela ajuda concedida na escrita, formatação e consultas bibliográficas.

Ao Dr. Franklin Jackson Machado e Dr. Fabrício Eustáquio Lanza por toda ajuda e auxílio concedida na realização desse trabalho.

A todos os professores do Mastercitrus que, com toda a certeza, contribuíram muito para a aquisição de conhecimentos e desenvolvimento como profissional.

Ao meu amigo e companheiro de profissão MSc. Paulo Henrique Sperandio, por toda amizade, conhecimento e confiança transmitida.

Ao produtor Éder Pontieri, pela colaboração e disponibilidade da área para a execução do experimento, na propriedade Fazenda das Antas, em Itápolis, SP.

A MSc. Cláudia Fernandes Gasparino e a Eng. Agr. Gabriela Torres Otrenti, pelo auxílio na condução deste trabalho.

Aos funcionários da Cambuhy Agrícola LTDA., pelo aprendizado e companheirismo de todos os dias.

Aos amigos e colegas do Mastercitrus, por toda amizade, companheirismo e aprendizado durante o período em que estivemos juntos no curso.

Duração do programa de proteção e intervalo de aplicação de cobre e estrobilurina para o manejo conjunto de cancro cítrico e pinta preta em pomar de laranja ‘Valência’

Autor: Leonardo João Rivera Doring

Orientador: Dr. Franklin Behlau

Coorientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

Resumo

O cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, e a pinta preta, causada pelo fungo *Phyllosticta citricarpa*, têm ocorrido concomitantemente em pomares de laranja do parque citrícola paulista em intensidades que causam danos econômicos significativos. Nesse contexto, a compatibilização de medidas para viabilizar o controle conjunto das duas doenças auxiliará a otimização de recursos e redução dos custos de produção. O objetivo desse estudo foi avaliar a duração do programa de controle químico e intervalo de aplicação de cobre (Cu) e estrobilurina (Es) para manejo conjunto de cancro cítrico e pinta preta. O experimento foi conduzido nas safras 2017/2018 e 2018/2019 em pomar de laranja doce ‘Valência’ implantado em 2012 no município de Itápolis, SP. Os tratamentos foram compostos pela duração dos programas de proteção, denominados de reduzido, realizado de setembro a fevereiro (queda de pétalas até os frutos atingirem 50 mm de diâmetro), e estendido, realizado de setembro a abril-maio (queda de pétalas até o fim do período chuvoso). Para cada período foram avaliados intervalos de aplicação exclusiva ou combinada dos dois produtos, com intervalo de aplicação de Cu de 14 ou 21 dias e Es de 28 ou 42 dias, e um tratamento controle, sem aplicação de produto. As plantas foram avaliadas quanto a intensidade de sintomas de cancro cítrico e pinta preta e queda prematura de frutos sintomáticos. A viabilidade econômica dos tratamentos foi analisada com base na prevenção de perdas e custo do manejo. Embora o Cu tenha apresentado efeito no controle das duas doenças, a Es foi efetiva apenas no controle da pinta preta. As incidências de cancro cítrico em folhas e frutos foram reduzidas em 58,8 a 95,6% e a queda de frutos em 78,2 a 95,6% nas plantas tratadas com Cu combinado ou não com Es, independentemente da duração do programa de proteção e intervalo de aplicação em relação às plantas não protegidas. Por outro lado, plantas tratadas com Es, independentemente do programa adotado, apresentaram as maiores reduções de severidade de pinta preta (95,8 a 100%) e de queda de frutos (65,8 a 100%) quando comparadas com plantas não protegidas. É importante ressaltar que como no presente estudo a queda prematura de frutos foi mais afetada pelo cancro cítrico, programas de controle apenas com Cu apresentaram relação de custo-benefício similar às obtidas para combinações de Cu e Es. Contudo, em pomares com ocorrência de pinta preta em maiores intensidades, o uso de Cu e Es é essencial. Neste cenário, os resultados indicaram que o programa com cobre aplicado a cada 21 dias, desde a queda de pétalas (setembro) até os frutos atingirem 50 mm (janeiro/ fevereiro), e com estrobilurina utilizada a cada 42 dias, de novembro até o fim do período chuvoso (abril/ maio) apresentaram a opção de melhor custo-benefício para o controle conjunto das duas doenças.

Palavras-Chave: *Citrus sinensis*, *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, *Phyllosticta citricarpa*, controle químico e integrado.

Duration of the spray program and application interval of copper and strobilurin for joint management of citrus canker and citrus black spot in an adult orchard of ‘Valência’ orange trees

Author: Leonardo João Rivera Doring

Advisor: Dr. Franklin Behlau

Co-advisor: Dr. Geraldo José da Silva Junior

Abstract

Citrus canker, caused by the bacterium *Xanthomonas citri* subsp. *citri* and citrus black spot (CBS), caused by *Phyllosticta citricarpa* has been occurring simultaneously in citrus orchards of São Paulo state at endemic levels with the potential to cause significant crop losses. Thus, the compatibilization of measures to enable the joint control of the two diseases became essential to optimize the resources and reduce the production costs. The objective of this study was to evaluate the duration of chemical control program and application interval of copper (Cu) and strobilurin (St) for management of citrus canker and CBS in a late-maturing orange orchard. The field trial was conducted during the seasons 2017/2018 and 2018/2019 in a ‘Valencia’ sweet orange orchard located in the municipality of Itápolis, SP. The treatments were composed of short protection program, carried out from September to February (petal fall until the fruit reached 50 mm in diameter), and extended program, carried out from September to April/ May (petal fall until the end of the rainy period). In each program, the use of exclusive or combined application of Cu every 14 or 21 days and St every 28 or 42 days were assessed. Untreated control trees (UTC) were used as references. Trees were evaluated regarding the intensity of symptoms of citrus canker and CBS and premature fruit drop of symptomatic fruits. The economic viability of each treatment was analyzed based on the prevention of crop losses and the control cost. Cu was efficient in controlling both diseases, whereas St was effective only in controlling black spot. The incidences of leaves and fruit with citrus canker were reduced by 58.8 to 95.6% and the fruit drop by 78.2 to 95.6% in plants treated with Cu combined or not with Es, regardless of the duration of the protection program and the application interval in relation to UTC trees. Conversely, trees treated with St, regardless of the duration of the spray program, showed the greatest reductions in severity of black spot (95.8 to 100%) and fruit drop (65.8 to 100%) when compared to UTC. It is important to note that, as in the present study premature fruit drop was more affected by citrus canker, control programs with exclusive use of Cu had the a similar cost-benefit to some programs that used the combination of Cu and St. However, in orchards with higher intensity of black spot the combined use of Cu and St is essential. In this scenario, the results indicated that the program with Cu applied every 21 days, from the fall of petals (September) until the fruit reach 50 mm (January/ February), and with strobilurin used every 42 days, from November to the end of the rainy period (April/ May) presented the most cost-effective option for the joint control of the two diseases.

Keywords: *Citrus sinensis*, *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, *Phyllosticta citricarpa*, chemical control and integrated.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** (a) Localização do município de Itápolis no estado de São Paulo e (b) pomar de laranja ‘Valência’ enxertada sobre limão cravo de 9 anos de idade, utilizado no estudo..... 7
- Figura 2.** (a) Plantas de laranja ‘Valência’ avaliadas no interior da parcela e (b) frutos caídos utilizados nas avaliações de queda prematura 12
- Figura 3.** Escala diagramática utilizada para avaliação de severidade dos sintomas de pinta preta dos citros, elaborada por Spósito et al. (2004), com níveis de severidade variando de 1,15 a 68% (Silva Junior et al., 2016a)..... 12
- Figura 4.** Precipitação (mm) acumulada mensalmente durante os anos 1 e 2 de condução do experimento. Fonte: SOMAR Meteorologia 15
- Figura 5.** Progresso temporal da incidência de folhas de laranja ‘Valência’ com cancro cítrico em plantas tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante período de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante período de proteção estendida (E), de outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b) 16
- Figura 6.** Área abaixo da curva de progresso de incidência estandardizada (AACPI*) de cancro cítrico em folhas de laranja ‘Valência’ tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b). Barras de erro indicam o erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade 18
- Figura 7.** Área abaixo da curva de progresso de incidência estandardizada (AACPI*) de cancro cítrico em folhas de laranja ‘Valência’ tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b). Barras de erro indicam o erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade..... 19
- Figura 8.** Queda acumulada de frutos com lesão de cancro cítrico em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de

outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b). Barras de erro indicam o erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. 20

Figura 9. Monitoramento de queda de frutos por planta, com lesão de cancro cítrico, em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante período de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante período de proteção estendida (E), de outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b). Barras de erro indicam o erro padrão da média. 22

Figura 10. Progresso temporal da severidade e área abaixo da curva de progresso da severidade estandardizada (AACPS*) de pinta preta em frutos de laranja ‘Valência’ tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b). Barras de erro indicam o erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. 23

Figura 11. Queda de frutos por planta ocasionado por pinta preta, em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril, ano 2 - safra 2018/19 (b). Barras de erro indicam o erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade..... 24

LISTA DE TABELAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Tamanho e volume de copa das plantas de laranja na área experimental nos dois anos de condução do experimento | 8 |
| Tabela 2. Tratamentos avaliados no programa de pulverização de cobre e estrobilurina para o controle de cancro cítrico e pinta preta. | 9 |
| Tabela 3. Tratamentos utilizados na análise de contraste de para comparação do efeito do cobre e estrobilurina, duração do programa de proteção, intervalo de aplicação e combinação de produtos para o manejo de cancro cítrico e pinta preta..... | 14 |
| Tabela 4. Análise de contrastes de variações em programas de aplicação de cobre para o controle de cancro cítrico... .. | 25 |
| Tabela 5. Análise de contrastes de variações em programas de aplicação de fungicidas para o controle de pinta preta..... | 26 |
| Tabela 6. Retorno financeiro obtido com diferentes programas de aplicação de cobre e estrobilurina avaliados para o manejo conjunto de cancro cítrico e pinta preta em pomar de laranja ‘Valência’ com base no valor da prevenção de perdas de produção causadas pelas doenças e nos custos de insumos e mão de obra..... | 28 |

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 7 |
| 2.1 Área experimental | 7 |
| 2.2 Tratamentos | 8 |
| 2.3 Delineamento experimental | 10 |
| 2.4 Avaliações..... | 10 |
| 2.4.1 Cancro cítrico..... | 10 |
| 2.4.2 Pinta preta..... | 11 |
| 2.5 Análise de custos..... | 13 |
| 2.6 Análise estatística dos dados | 13 |
| 3 RESULTADOS | 15 |
| 4 DISCUSSÃO | 29 |
| 5 CONCLUSÃO | 34 |
| REFERÊNCIAS | 35 |

1. INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira é marcada pela ocorrência de pragas e doenças de grande importância. Dentre as principais doenças, destaca-se o cancro cítrico causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (*X. citri*) e a pinta preta, causada pelo fungo *Phyllosticta citricarpa*, por resultar tanto na diminuição da qualidade e elevada queda prematura dos frutos, bem como no aumento dos custos de produção gerados pelo uso de produtos fitossanitários necessários para controle dessas doenças (Behlau & Belasque Junior, 2014; Silva Junior et al., 2015; Silva Junior et al., 2016a). Nos pomares do estado de São Paulo, as duas doenças ocorrem de forma endêmica, principalmente após a legislação IN 21/2018 permitir o manejo do cancro cítrico sem a obrigatoriedade de erradicação de plantas sintomáticas, o que favoreceu a sua disseminação.

A presença das duas doenças tem provocado impactos importantes na produção de laranjas no estado. Na safra 2016/2017, o cancro cítrico foi responsável por 0,03% dos frutos caídos prematuramente ou 74 mil caixas de 40,8 kg e por sua vez, a queda por pinta preta foi 3,75% ou 9,2 milhões de caixas; safra 2017/2018, a queda por cancro cítrico foi de 0,31% ou 1,2 milhões de caixas e por pinta preta a 2,16% ou 8,6 milhões de caixas; safra 2018/2019 a queda por cancro foi de 0,3% ou 858 mil caixas e por pinta preta 2,02% ou 5,8 milhões de caixas; safra 2019/2020 foram 0,38% de frutos caídos por cancro cítrico ou 1,47 milhões de caixas de e 2,12% de frutos caídos por pinta preta ou 8,2 milhões de caixas (Fundo de Defesa da Citricultura, 2020).

O cancro cítrico foi relatado pela primeira vez em 1831 na Índia (Fawcett & Jenkins, 1933). No Brasil, os primeiros sintomas da doença foram observados primeiramente em Presidente Prudente, no estado de São Paulo em 1957, em mudas formadas com borbulhas infectadas importadas por imigrantes japoneses (Bitancourt, 1957; Santos, 1991). Imediatamente após esta constatação, a bactéria foi disseminada para os estados do Mato Grosso do Sul e Paraná (Leite Junior, 1990; Santos, 1991). No ano de 2019, 15,01% dos pomares do cinturão citrícola apresentaram incidência de cancro cítrico (Behlau et al., 2021). Em 2020, a doença estava presente em todos os setores do cinturão citrícola dos estados de São Paulo e triângulo mineiro, bem como no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Ceará, Roraima e alguns municípios de Goiás (Behlau, 2020).

No ciclo das relações entre patógeno, planta cítrica e ambiente, as estações da primavera e verão compreendem o período de maior favorabilidade ao cancro cítrico no sudeste brasileiro,

quando a maior intensidade de chuva combinada com temperaturas altas e fortes rajadas de vento auxiliam na disseminação da bactéria e infecção da planta (Amorim & Bergamin Filho, 2001; Gottwald, 2002). Além dessas formas de disseminação, a bactéria pode ser transportada para áreas livres de cancro cítrico pela ação do homem, por meio do trânsito de mudas, material de colheita e restos vegetais em caminhões e máquinas agrícolas. A água da chuva promove a liberação da bactéria presente nas lesões de cancro e o molhamento foliar mínimo de 4 horas (Christiano et al., 2006) favorece a penetração na mesma planta ou em plantas adjacentes. A bactéria penetra por meio de frutos novos e brotações, os quais são muito suscetíveis a infecções, aberturas naturais, como os estômatos ou por ferimentos que podem ser mecânicos causados por atividades como a poda e colheita ou por insetos, como o minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*) (Jesus Junior et al., 2006; Behlau & Belasque, 2014). Durante a colonização, a bactéria se multiplica no espaço intercelular do tecido vegetal, a qual libera enzimas que degradam as células das plantas para obtenção de nutrientes, promovendo o início dos sintomas. A bactéria sobrevive de um ano para outro no pomar em lesões remanescentes de cancro cítrico em frutos, folhas e ramos da planta. Na presença de água, as células bacterianas são liberadas das lesões, que ao serem disseminadas, reiniciam todo o ciclo da doença (Behlau & Belasque, 2014).

As lesões de cancro cítrico ocorrem em toda a parte aérea da planta, sendo semelhantes nos diferentes órgãos. Nas folhas, normalmente as lesões encontram-se agregadas nas margens ou ocupando uma área restrita (Kimati & Galli, 1980). Os primeiros sintomas da doença surgem na face inferior das folhas e tornam-se maiores com o desenvolvimento da doença. Na maioria dos casos, as lesões podem ser vistas nos dois lados da folha, podendo ou não apresentar halo amarelo (Laranjeira et al., 2005). No início, formam-se pontos escurecidos, muitas vezes com amarelecimento ao redor, resultado da multiplicação da bactéria e encharcamento do tecido vegetal. Estes sintomas evoluem para pústulas de coloração marrom-clara, com aspecto esbranquiçado. Nos frutos, é mais comum as lesões aparecerem na parte voltada para o exterior da copa das plantas, devido à maior exposição desse lado a chuvas, ventos e ferimentos mecânicos provocados por máquinas, fatores que aumentam a predisposição às infecções. À medida que ocorre o aumento da área afetada, as lesões em frutos podem apresentar anéis circulares e rachaduras (Behlau, 2019). As infecções por *X. citri* nos frutos ocorrem, em sua maioria, até 120 dias após a queda das pétalas ou até atingirem diâmetro em torno de 45 a 50 mm (Graham et al., 2011; Behlau & Belasque Junior, 2014; Lanza et al., 2019). Quanto maior o tamanho da lesão e maior a proximidade ao pedúnculo, maiores são as chances de queda dos

frutos pela doença (Lanza et al., 2019). Adicionalmente, quando em alta severidade e em condições favoráveis, a doença pode afetar a qualidade o suco extraído da fruta. Souza (2018) relatou que o suco de frutos coletados do chão ou até mesmo da planta com lesões grandes de cancro cítrico apresentam as maiores quantidades de fragmentos de fungos saprofíticos, que leva à contaminação microbiológica do suco.

A partir 2017 com Instrução Normativa IN 37 de setembro de 2016 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), a qual foi revogada em abril de 2018 pela IN 21 sem alterar as principais determinações da legislação anterior, o controle do cancro cítrico passou a ser condicionado ao status da doença no estado ou região: i) área sem ocorrência; ii) área livre de praga; iii) área sob sistema de mitigação de risco (SMR) e; iv) área sob erradicação (Brasil, 2018).

No Estado de São Paulo a Resolução SAA de 20/02/2017 definiu e oficializou o controle do cancro cítrico pelo SMR (São Paulo, 2017). O SMR permite a manutenção de plantas com sintomas da doença nos pomares, desde que se adote um conjunto de medidas de manejo como o plantio de mudas sadias, escolha de variedades menos suscetíveis, estabelecimento de quebra-ventos ao em torno dos pomares, aplicação de bactericidas a base de cobre e indutores de resistência, controle do minador dos citros, inspeções regulares nos pomares e descontaminação de equipamentos e máquinas (Behlau, 2019). A mudança na legislação legalizou a ocorrência do cancro cítrico em alguns estados, fazendo com que a doença passasse a ser manejada conjuntamente com a pinta preta.

A pinta preta foi descrita pela primeira vez na Austrália, no ano de 1895 (Kiely, 1948). A doença também foi relatada em países da Ásia, África e América, como China, Taiwan, Japão, África do Sul, Moçambique, Argentina, Uruguai e Peru (Doidge, 1929; Sutton & Waterston, 1966; Kotzé, 1988). No Brasil, a doença foi relatada pela primeira vez em pomares comerciais no estado do Rio de Janeiro em 1980 (Rossetti, 2001). No estado de São Paulo, a doença foi constatada em 1992, no leste paulista, nas cidades de Conchal e Engenheiro Coelho (Goes & Feichtenberger, 1993). A pinta preta está presente em todos os estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, nos estados do Amazonas e Rondônia (Norte) e na Bahia (Nordeste); no estado de São Paulo os maiores problemas são observados nas regiões Leste, Centro e Norte (Silva Junior, 2018). A doença afeta plantas do gênero *Citrus*, com destaque para todas as variedades comerciais de laranja doce, limões verdadeiros, tangerinas e híbridos. Assim como o cancro cítrico, provoca lesões em frutos, que quando não caem precocemente, são depreciados para o mercado *in natura*. Por se tratar de uma doença quarentenária, assim como o cancro

cítrico, apresenta restrições para exportação a países onde é ausente, principalmente da União Europeia.

Altas temperaturas, intensa radiação solar e presença de água são condições ambientais que favorecem a expressão dos sintomas e os frutos mais expostos geralmente são os mais afetados (Kotzé, 1963). A pinta preta pode desenvolver seis tipos de sintomas: mancha dura, falsa melanose, mancha sardenta, mancha virulenta, mancha rendilhada e mancha trincada (Goes et al., 2000; Spósito, 2003; Silva Junior & Spósito, 2014; Silva Junior et al., 2016a), uma vez que os sintomas de falsa melanose são os primeiros a serem expressos nos frutos ainda verdes (Silva Junior et al., 2016a). Os sintomas de mancha dura, sardenta e virulenta são os responsáveis pelos maiores percentuais de queda dos frutos e são também os sintomas frequentemente encontrados (Del Rovere, 2013). Nos pomares, a expressão dos sintomas da pinta preta está relacionada com a época de maturação das variedades, sendo maior quanto mais maduro estiver o fruto (Feichtenberger, 1996).

Durante o ciclo da pinta preta, o patógeno produz dois tipos de inóculo: (i) os ascósporos, que são esporos sexuais formados em pseudotécios nas folhas caídas em decomposição e dispersos pelo vento, sendo responsáveis pelo ciclo primário da doença, introdução do patógeno e início da epidemia e (ii) os conídios (picnidiosporos), que correspondem a esporos assexuais formados em picnídios nas lesões dos frutos, folhas e ramos secos e são dispersos a curtas distâncias pela ação da água, os quais são responsáveis pelo aumento da doença na planta hospedeira (Mconie, 1964; Kotzé, 1981; Aguilar-Vildoso et al., 2002; Spósito, 2003). Dessa maneira, para as condições da citricultura brasileira, estes conídios se tornam importantes na epidemiologia da pinta preta, pois na mesma planta podem existir frutos infectados e frutos jovens suscetíveis ainda não infectados (Feichtenberger, 1996).

Devido ao fato do cancro cítrico e pinta preta nunca terem ocorrido concomitantemente em importantes regiões de cultivo de laranja, como nos Estados Unidos, Espanha, Austrália, África do Sul e México, o manejo dessas doenças foi desenvolvido de forma independente. Assim, os intervalos de aplicação para o controle químico e períodos de proteção foram estabelecidos individualmente para cada doença. No entanto, considerando o atual cenário da citricultura de São Paulo, a qual apresenta expressiva ocorrência simultânea das duas doenças, bem como a necessidade de redução dos custos de produção e impactos ao meio ambiente, torna-se imprescindível a realização de manejo fitossanitário conjunto. A viabilidade dessa integração é reforçada pelo fato de os manejos apresentarem medidas em comum. Aplicações

frequentes de cobre para controle do cancro cítrico realizadas ao longo do período de desenvolvimento inicial dos frutos podem contribuir também para o manejo da pinta preta.

Para ambas as doenças, aplicações de cobre são iniciadas a partir da queda de pétalas, a qual pode ocorrer de agosto a outubro para o florescimento principal ou entre novembro e dezembro para florescimento tardio. Para o controle do cancro cítrico em frutos, são necessárias aplicações de cobre por até 120 dias após o florescimento ou até os frutos apresentarem diâmetro de 50 mm. Após esta fase, os frutos tornam-se resistentes, e aplicações adicionais são realizadas apenas quando houver a presença de brotações (Behlau, 2019), o que pode estender o período de controle até março/abril. Para a pinta preta, é necessário um período de controle maior, quando comparado ao cancro cítrico (Lanza et al., 2018). Para pomares destinados a produção de suco, as pulverizações são recomendadas até 120 a 240 dias após a queda de pétalas e até 300 dias para produção de fruta de mesa. Essa variação ocorre em função do início da queda de pétalas e final do período chuvoso e também devido à depreciação de valor de mercado de frutos sintomáticos para comercialização *in natura* (Silva Junior et al., 2016a). O programa convencional de controle químico da pinta preta é realizado com duas aplicações de cobre seguidas de três a quatro aplicações de estrobilurina, conforme o ciclo de maturação dos frutos. Ainda, em caso de floradas tardias em períodos de elevada precipitação pluviométrica, a estrobilurina pode ser utilizada já na primeira ou segunda aplicação, em combinação com o cobre (Silva Junior et al., 2016a; Moraes, 2017). Dessa forma, variedades de maturação tardia demandam um maior número de aplicações em comparação com variedades precoces, pelo fato de o fruto apresentar um período maior para seu completo desenvolvimento e apresentar maior tempo de exposição ao inóculo da pinta preta.

A aplicação de cobre é a principal medida de controle do cancro cítrico e é também utilizado para o manejo da pinta preta. Contudo, assim como o período de proteção, os intervalos e as doses do produto são diferentes para duas doenças. Para o cancro cítrico são necessárias aplicações entre 14 a 21 dias, nas doses de 30 a 40 mg/m³ de copa até atingir 0,7 a 1 kg de cobre metálico/ha, respectivamente, com volumes entre 40 e 70 mL/m³ de copa (Behlau et al., 2017; Behlau, 2019). Para a pinta preta, o cobre é recomendado na dose 70 mg/m³ de copa e os intervalos podem variar entre 21 e 28 dias (Silva Junior et al., 2016a,b). Para estrobilurina, a dose indicada é de 2,8 mg de i.a./m³ de copa em intervalos de 35 a 42 dias, com volumes que variam entre 70 e 100 mL/m³ de copa (Scapin et al., 2015; Silva Junior et al., 2016a,b; Silva Junior, 2018). Assim, intervalos de aplicação e doses de cobre distintos para

cancro cítrico e pinta preta evidenciam a necessidade de novas pesquisas que tornem viável o manejo conjunto dessas doenças.

De acordo com Lanza et al. (2019), foi determinado que o fruto de laranja apresenta suscetibilidade ao cancro cítrico até 50 mm de diâmetro. Este tamanho normalmente é atingido entre os meses de dezembro e janeiro (início do verão), ou seja, antes do final do período de controle convencional recomendado para a doença que usualmente é encerrado no final do período chuvoso em março-abril. Presume-se que pomares adultos de variedades tardias que não apresentam floradas secundárias significativas, não demandam necessariamente um maior período de controle para o cancro cítrico visando a proteção de frutos, como ocorre para variedades precoces ou de meia-estação e pomares jovens que estão em constante brotação. Além disso, como o cobre usado para o controle do cancro cítrico ao longo da primavera e verão também pode contribuir para o manejo da pinta preta, presume-se que as doses desse produto nas aplicações iniciais para pinta preta possam ser reduzidas e as aplicações de estrobilurina possam ser realizadas em intervalos mais longos, em torno de 42 dias, visando a redução do número de aplicações. Tanto o período de proteção quanto o intervalo de aplicação de cobre das duas doenças necessitam ser revisados e ajustados a fim de possibilitar o manejo conjunto, o que poderá contribuir diretamente para redução dos custos de produção e diminuição do impacto ao meio ambiente, devido à redução do uso de insumos, equipamentos e matriz energética.

Variedades tardias de laranja normalmente demandam um período maior de proteção para a pinta preta, porém apresentam período de florescimento mais definido com menor ocorrência de múltiplas floradas, o que indica a possibilidade de adoção de programa de proteção de menor duração para o cancro cítrico, focado no período de suscetibilidade dos frutos à doença. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da duração de programas reduzidos de pulverização de cobre e estrobilurina em comparação a duração de programas de pulverização convencionais mais extensos, bem como intervalos de aplicação destes produtos em pomar adulto de laranja de maturação tardia visando a realização do manejo em conjunto de cancro cítrico e pinta preta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área experimental

O experimento foi conduzido no município de Itápolis, estado de São Paulo (21°25'46.5" S, 48°44'43.3" O, altitude de 477 metros), durante as safras de 2017-2018 e 2018-2019 em pomar de laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] 'Valência' enxertada sobre limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck). O plantio ocorreu em 2012, no espaçamento de 6,0 m entre linhas e 3,0 m entre plantas (Figura 1), totalizando 556 plantas/ha. Os pomares foram conduzidos em sequeiro e apresentavam ocorrência endêmica de cancro cítrico e pinta preta.

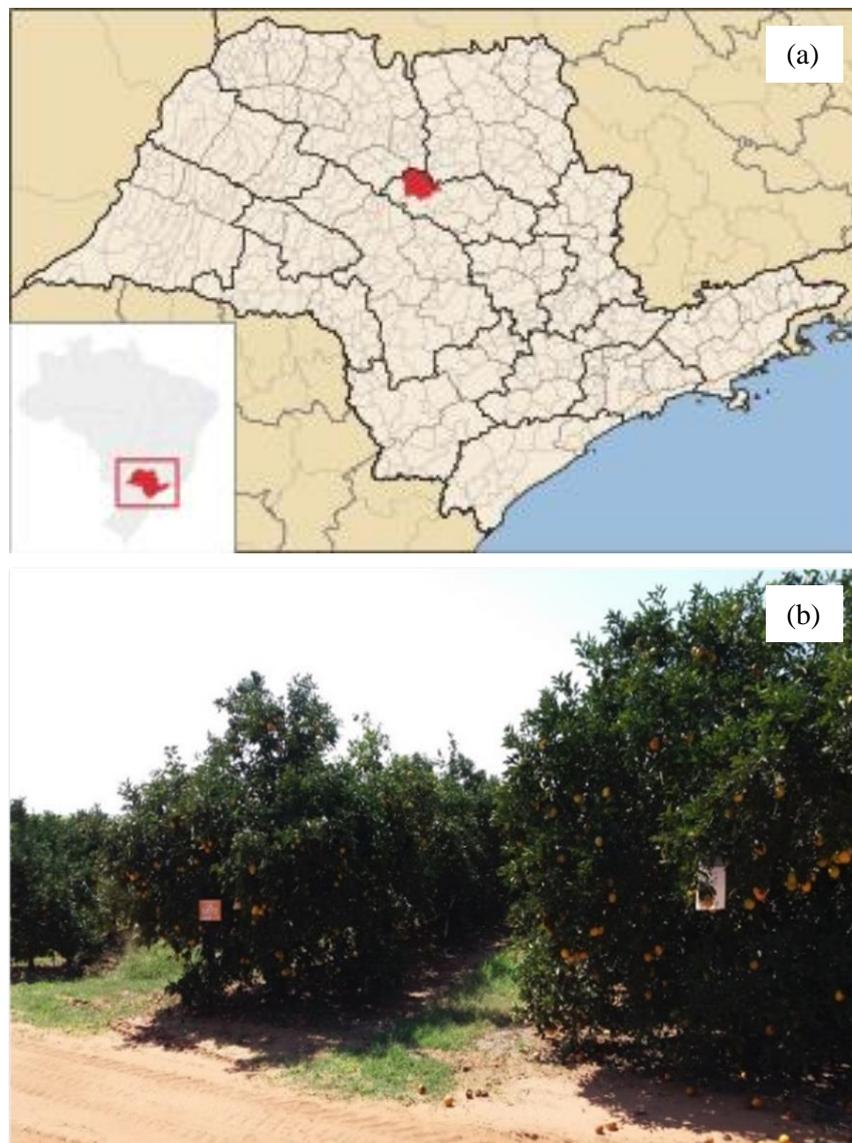


Figura 1. (a) Localização do município de Itápolis no estado de São Paulo e (b) pomar de laranja 'Valência' enxertada sobre limão cravo de 6 anos de idade, utilizado no estudo.

O volume de copa das plantas por hectare foi determinado pela divisão da área correspondente a um hectare (10.000 m²) pelo espaçamento entre linhas do pomar em metros. A partir daí multiplicou-se este valor pela altura e largura média das plantas, estimadas pela média de 10 plantas do talhão onde foi conduzido o experimento (Scapin et al., 2015). Dessa forma, os volumes de copa foram calculados anualmente, antes do início das pulverizações, no mês de julho (Tabela 1).

Tabela 1. Tamanho e volume de copa das plantas de laranja na área experimental nos dois anos de condução do experimento.

| Variável | 1° Ano | 2 ° Ano |
|-------------------------------------------------|--------|---------|
| | Jul/18 | Jul/19 |
| Altura (m) | 3,2 | 3,3 |
| Profundidade (m) | 3,5 | 3,8 |
| Largura (m) | 3,0 | 3,0 |
| Volume de copa por planta (m ³ /pl) | 34 | 38 |
| Volume de copa por hectare (m ³ /pl) | 18.715 | 21.038 |

As precipitações pluviométricas ocorridas durante a condução do estudo no município de Itápolis, São Paulo, foram obtidas junto à SOMAR Meteorologia, São Paulo, SP. Os dados referentes as precipitações foram registradas diariamente e acumulados para obter a quantidade mensal de chuva na área experimental.

2.2 Tratamentos

Os tratamentos avaliados foram estabelecidos com base nos intervalos de aplicação de cobre e estrobilurina, de acordo com a duração do programa de aplicação. Em relação aos produtos utilizados, o cobre foi aplicado em intervalos de 14 e 21 dias e a estrobilurina em intervalos de 28 e 42 dias. Para os tratamentos que apresentavam cobre combinado com estrobilurina, os dois produtos foram misturados previamente em tanque antes da aplicação conjunta. Nesses casos, o programa de controle foi iniciado com cobre e a estrobilurina utilizada nas aplicações subsequentes de acordo com os intervalos de aplicação previstos em cada tratamento. As aplicações tiveram início durante o período de queda de pétalas das flores em outubro e foram encerradas em duas épocas: (i) até os frutos atingirem diâmetro aproximado de

50 mm de diâmetro (fevereiro), denominado programa de duração reduzida e (ii) até o final do período chuvoso, em abril no primeiro ano e maio no segundo ano, denominado programa de duração estendida (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos avaliados no programa de pulverização de cobre e estrobilurina para o controle de cancro cítrico e pinta preta.

| Tratamentos ^a | Intervalo de aplicação (dias) | Período | | Número de aplicações/ produto | Número total de aplicações ^b |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| | | Início | Fim | | |
| Testemunha | | | | Sem aplicação | |
| Es 42 (E) | 42 | | Fim do período chuvoso (abril/maio) | 5 | 5 |
| Es 42 (R) | 42 | | Frutos com diâmetro de 50 mm | 3 | 3 |
| Es 28 (E) | 28 | | Fim do período chuvoso (abril/maio) | 7 | 7 |
| Es 28 (R) | 28 | | Frutos com diâmetro de 50 mm | 4 | 4 |
| Cu 21 (E) | 21 | | Fim do período chuvoso (abril/maio) | 11 | 11 |
| Cu 21 (R) | 21 | Queda de pétalas (outubro) | Frutos com diâmetro de 50 mm | 6 | 6 |
| Cu 14 (E) | 14 | | Fim do período chuvoso (abril/maio) | 14 | 14 |
| Cu 14 (R) | 14 | | Frutos com diâmetro de 50 mm | 9 | 9 |
| Cu 21 (E) + Es 42 (E) | 21 + 42 | | | 9 + 7 | 9 |
| Cu 21 (R) + Es 42 (E) | 21 + 42 | | | 6 + 5 | 8 |
| Cu 14 (E) + Es 28 (E) | 14 + 28 | | Fim do período chuvoso (abril/maio) | 14 + 7 | 14 |
| Cu 14 (R) + Es 28 (E) | 14 + 28 | | | 9 + 7 | 11 |
| Cu 14 (R) + Es 42 (E) | 14 + 28 | | | 9 + 5 | 11 |

^a Cobre (Cu), 40 mg de cobre metálico/m³ de copa (Recop com 50% de cobre metálico, Albaugh) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es), estrobilurina, 2,8 mg/m³ de copa (Comet, 25% de piraclostrobina, Basf) acrescido de 0,25% v/v de óleo mineral (Argenfrut, Agrovant) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril,

^b Número total de aplicações de cobre e/ou estrobilurina em cada tratamento. Para os tratamentos com combinação de cobre no programa de aplicação de duração reduzido e estrobilurina no programa de duração estendido, foram realizadas duas aplicações adicionais exclusivas de estrobilurina após a interrupção das aplicações de cobre.

Os tratamentos foram realizados com cobre (Recop, 50% de cobre metálico, Albaugh) na dose de 40 mg de cobre metálico/m³ de copa (750 e 840 g de cobre metálico/ha no ano 1 e 2, respectivamente), estrobilurina (Comet, 25% de piraclostrobina, Basf) na dose de 2,8 mg i.a./m³ de copa (52 e 59 g i.a./ha no ano 1 e 2, respectivamente) e óleo mineral (Argenfrut, Agrovant) na dose de 0,25% v/v (Tabela 2).

As pulverizações foram realizadas com turbo-pulverizador da marca FMCoopling, modelo Guliver 4000 e trator Massey Ferguson modelo 275 com potência de 75 cv. A velocidade de trabalho adotada foi de 5,3 km/h, com as pontas de cerâmica da marca Jacto, modelo Série J3-2. O volume de aplicação foi de 70 mL/m³ de copa para ambos os programas, conforme recomendado por Scapin et al. (2015) e Silva Junior et al. (2016a). Assim, de acordo com as medidas de altura, profundidade e largura das plantas, o volume de calda utilizado foi de 1310 e 1473 L/ha (2,4 e 2,7 L/planta), nos dois anos do experimento, respectivamente.

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 14 tratamentos e quatro repetições, totalizando 56 parcelas, sendo constituída por três ruas com cinco plantas, com total de 15 plantas por parcela. Em cada parcela foram avaliadas as três plantas centrais da linha central, de forma que as plantas restantes serviram como bordadura para prevenção de contaminação das plantas avaliadas por deriva dos produtos durante as pulverizações.

2.4 Avaliações

2.4.1 Cancro cítrico

O desempenho dos tratamentos no controle do cancro cítrico foi avaliado por meio da incidência de folhas e frutos colhidos com sintomas de cancro cítrico e número de frutos caídos com sintomas da doença nas três plantas centrais da parcela. O progresso temporal do cancro cítrico foi medido por meio da realização de avaliações mensais de incidência de folhas doentes (Figura 2a), de outubro a abril de cada ano, em ramos da última brotação madura mais recente. A incidência de folhas doentes foi determinada para cada parcela pela relação entre o número total de folhas avaliadas e as folhas com sintomas de cancro cítrico, em quatro ramos por planta avaliada (1 por quadrante da porção mediada). Valores mensais de incidência foram utilizados para calcular a área abaixo da curva de progresso de incidência estandardizada em função do

período de cada avaliação (AACPI*), de acordo com a fórmula: proposta por CAMPBELL & MADDEN (1990), conforme abaixo:

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{(y_i + y_{i+1})}{2} \right] * (t_{i+1} - t_i)$$

Onde:

y_i : incidência da doença na época de avaliação i ($i= 1, 2, 3, \dots, n$);

y_{i+1} : incidência da doença na época de avaliação $i + 1$;

t_i : momento da avaliação inicial (i);

t_{i+1} : momento da próxima avaliação ($i + 1$);

$n = n^\circ$ de avaliações.

As avaliações de frutos caídos com cancro cítrico foram realizadas de abril até a colheita (novembro) em intervalos de 15 a 30 dias pela contagem dos frutos com sintomas da doença existente na projeção da copa das plantas avaliadas (Figura 2b). Após cada avaliação os frutos foram removidos e descartados. A avaliação de incidência de frutos colhidos com cancro cítrico foi realizada imediatamente antes da colheita pelo percentual de frutos sintomáticos em uma amostra de 100 frutos por parcela, que também foram pesados para obtenção do peso médio dos frutos.

2.4.2 Pinta preta

As avaliações de pinta preta e cancro cítrico foram conduzidas de forma simultânea nos dois anos de execução do experimento. As avaliações de severidade de pinta preta em frutos ocorreram de junho a novembro/2018 no ano 1 e de abril a novembro/2019 no ano 2. Para as avaliações de severidade, foram utilizadas três plantas por parcela com 50 frutos cada, totalizando 100 frutos por parcela, utilizando-se a escala diagramática adaptada de Spósito et al. (2004) (Figura 3). Os valores mensais de severidade foram usados para calcular a área abaixo da curva de progresso da severidade estandardizada em função do período de cada avaliação (AACPS*), conforme descrito para o cancro cítrico. As avaliações de frutos caídos para a pinta preta foram realizadas nas mesmas datas e amostras de frutos descritas para cancro cítrico



Figura 2. (a) Plantas de laranja ‘Valência’ avaliadas no interior da parcela e (b) frutos caídos utilizados nas avaliações de queda prematura.

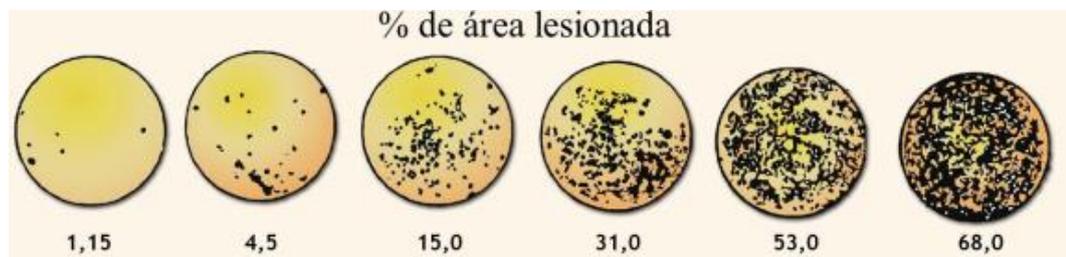


Figura 3. Escala diagramática utilizada para avaliação de severidade dos sintomas de pinta preta dos citros, elaborada por Spósito et al. (2004), com níveis de severidade variando de 1,15 a 68% (Silva Junior et al., 2016a).

2.5 Análise de custos

O custo-benefício foi baseado no custo de pulverização e retorno financeiro do manejo de cancro cítrico e pinta preta para cada tratamento testado. Por meio da consulta de preços praticados na região de Itápolis, SP, foi obtido os valores dos insumos utilizados. O custo para o controle das doenças foi estimado com base no preço do oxiclureto de cobre (Recop, 50% de cobre metálico) de R\$22,00/kg (R\$44,00/kg cobre metálico), estrobilurina (Comet, 25% piraclostrobina) a R\$504,00/litro de piraclostrobina e óleo mineral (Argenfrut) a R\$7,15/litro. Os custos operacionais foram estimados com base nos valores de R\$133,57/hora-máquina e R\$9,06/hora-homem (FNP Consultoria e Comércio, 2019). O retorno financeiro médio foi obtido pelo valor da prevenção de perda de frutos, em cada repetição por ano (8 repetições) obtidos com os diferentes tratamentos em relação ao valor médio da perda de frutos da testemunha. O peso total dos frutos caídos em cada parcela foi estimado com base no peso médio por fruto obtido por parcela na avaliação final de incidência de frutos doentes realizadas na colheita. O preço da caixa de 40,8 kg considerado para o período de 2018 e 2019 foi de R\$20,29 (Cepea, 2020).

2.6 Análise estatística dos dados

Os valores de incidência, progresso temporal e severidade final das doenças, a porcentagem de queda prematura de frutos e o valor do retorno financeiro foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade por meio do software AGROESTAT (Barbosa & Maldonado, 2016). Os dados foram considerados normais, de acordo com o teste de normalidade de Shapiro-Wilk.

Adicionalmente, análises de contrastes foram realizadas para estabelecer comparações entre fatores específicos dos tratamentos mantendo-se a ortogonalidade das comparações (Tabela 3). Para o cancro cítrico foram utilizados os valores de AACPI estandardizada em folhas e a queda acumulada de frutos com sintomas de cancro cítrico. Para a pinta preta, foram utilizados valores de AACP e queda acumulada de frutos com sintomas de pinta preta por planta. A significância dos contrastes foi avaliada pelo Teste *F* a 5% de probabilidade usando a função *contrasts* da linguagem computacional R (R Core Team, 2020).

Tabela 3. Tratamentos utilizados na análise de contraste para comparação do efeito do cobre e estrobilurina, duração do programa de proteção, intervalo de aplicação e combinação de produtos para o manejo de cancro cítrico e pinta preta.

| Doença/ Tratamento ^a | Com vs. sem Cu | Com vs. sem Es ^a | Cu vs. Es | Cu (E) vs. Cu (R) | Es (E) vs. Es (R) | Cu 14 vs. Cu 21 dias | Es 28 vs. Es 42 dias | Cu + Es(E) vs. Es(E) | Cu + Es(E) vs. Cu |
|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Cancro cítrico | + ^b | + | + | + | - | + | - | - | - |
| Pinta preta | + | + | + | - | + | - | + | + | + |
| Testemunha | X ^c *4 ^d | X *4 | | | | | | | |
| Es 28 (R) | | Y | X | | X | | X | | |
| Es 42 (R) | | Y | X | | X | | Y | | |
| Es 28 (E) | | Y | X | | Y | | X | X*2 ^d | |
| Es 42 (E) | | Y | X | | Y | | Y | X*2 | |
| Cu 14 (R) | Y ^c | | Y | X | | X | | | X |
| Cu 21 (R) | Y | | Y | X | | Y | | | X |
| Cu 14 (E) | Y | | Y | Y | | X | | | X |
| Cu 21 (E) | Y | | Y | Y | | Y | | | X |
| Cu 21 (E) + Es 42 (E) | | | | | | | | Y | Y |
| Cu 21 (R) + Es 42 (E) | | | | | | | | Y | Y |
| Cu 14 (E) + Es 28 (E) | | | | | | | | Y | Y |
| Cu 14 (R) + Es 28 (E) | | | | | | | | Y | Y |
| Cu 14 (R) + Es 42 (E) ^e | | | | | | | | | |

^a Os tratamentos utilizados para o contraste ortogonal dos tratamentos estão indicados na Tabela 3. Cu, oxicloreto de cobre; (R), duração do programa de aplicação reduzido de outubro a fevereiro; (E), duração do programa de aplicação estendido de outubro a abril; intervalo de aplicação a cada 14 ou 21 dias. Es, estrobilurina; (R), duração do programa de aplicação reduzido de outubro a fevereiro; (E), duração do programa de aplicação estendido de outubro a abril; intervalo de aplicação a cada 28 ou 42 dias

^b Análise de contraste realizada e não realizada, respectivamente, utilizando dados de intensidade de cancro cítrico e pinta preta.

^c Tratamentos utilizados e o agrupamento ortogonal dos tratamentos na análise de contraste.

^d Valor multiplicado por 2 ou 4 para manter a ortogonalidade entre os grupos

^e Tratamento não utilizado para a realização do contraste.

3. RESULTADOS

O regime de chuvas nos dois anos de condução do experimento apresentou maior intensidade nos meses da primavera-verão, período de maior suscetibilidade para o desenvolvimento do cancro cítrico e pinta preta. Houve menor volume de chuvas no ano 1 em comparação ao ano 2. As precipitações pluviométricas acumuladas nas safras 1 (julho 2017 a novembro 2018) e 2 (julho 2019 a novembro 2019) foram de 928 e 1.101 mm, respectivamente (Figura 4). No entanto, no ano 1, o volume acumulado de chuva na primavera, período de maior suscetibilidade dos frutos ao cancro cítrico (Lanza et al., 2019) e a pinta preta (Silva Junior et al., 2016a,b), foi superior ao ano 2; 454 mm e 440 mm, respectivamente. No verão a situação foi inversa e houve maior volume de chuva acumulado no ano 2 em relação ao ano 1, com 433 e 397 mm, respectivamente (Figura 4).

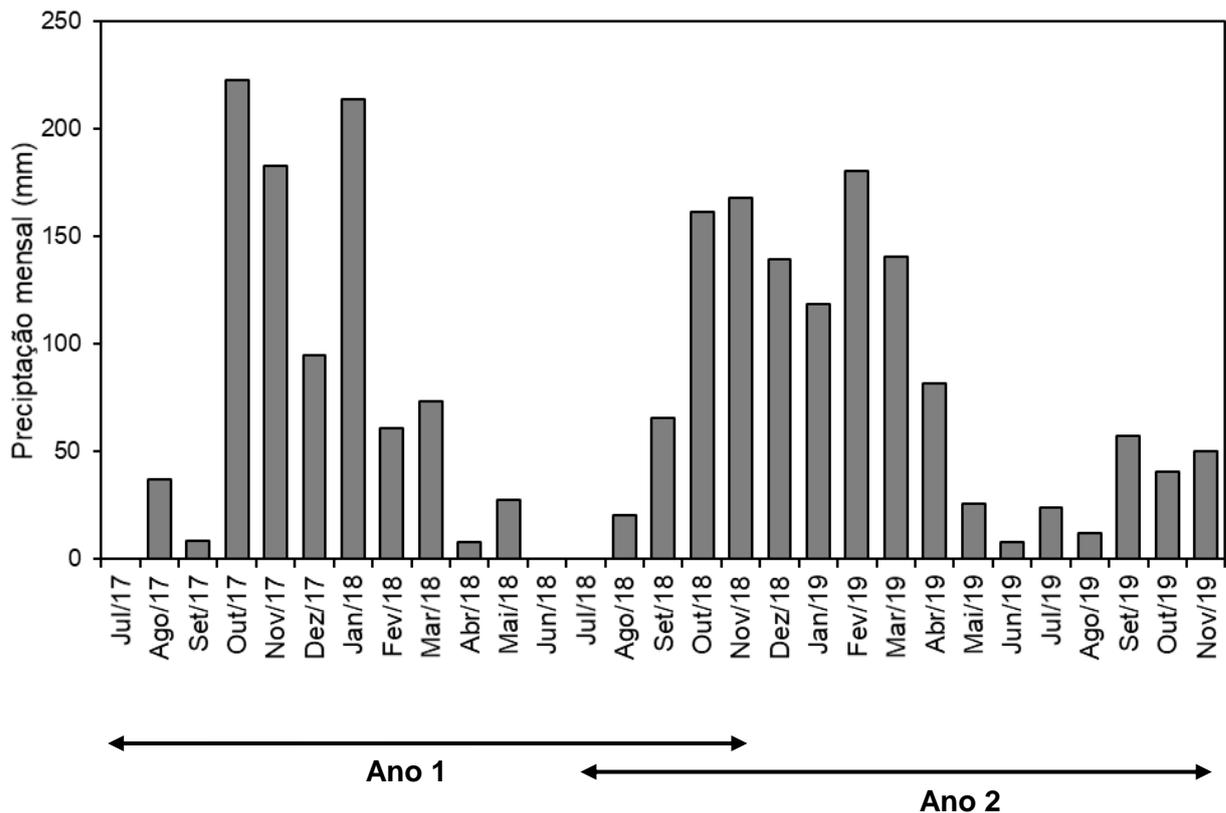


Figura 4. Precipitação (mm) acumulada mensalmente durante os anos 1 e 2 de condução do experimento. Fonte: SOMAR Meteorologia.

Nos dois anos do estudo, plantas tratadas com cobre apresentaram menor incidência de cancro cítrico em folhas ao longo do tempo em relação às plantas tratadas somente com estrobilurina ou não tratadas (Figura 5). No ano 1, a presença de sintomas da doença nas folhas

ocorreu a partir de janeiro em todos os tratamentos e atingiu o pico em março, com incidências de folhas afetadas superiores a 25% para os tratamentos sem cobre. A incidência de folhas afetadas no tratamento testemunha atingiu pico de 32,6% (Figura 5a). Todos os tratamentos com aplicações de cobre, independentemente da duração do programa e intervalo de aplicação, apresentaram curva de progresso de incidência de folhas com cancro cítrico inferior aos tratamentos sem cobre. Nesses tratamentos, a porcentagem de folhas com cancro cítrico variou de 2,7 a 16,3% (Figura 5a). Em plantas tratadas apenas com estrobilurina a variação foi de 17,8 a 37,7% de incidência de folhas doentes (Figura 5a).

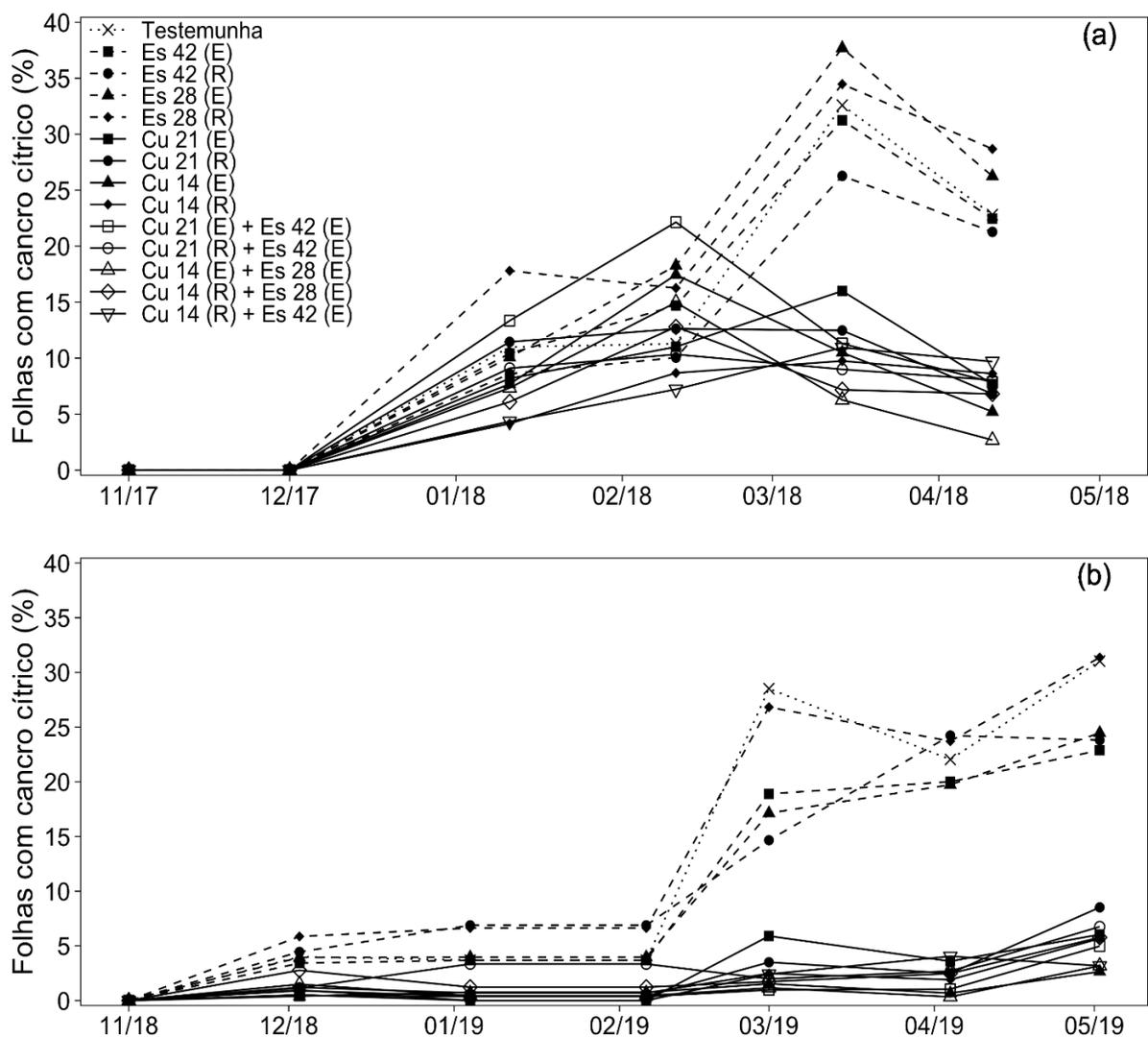


Figura 5. Progresso temporal da incidência de folhas de laranja ‘Valência’ com cancro cítrico em plantas tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b).

No ano 2, diferentemente da safra anterior, os primeiros sintomas de cancro cítrico em folhas foram observados a partir de dezembro e a doença atingiu a incidência máxima para a maioria dos tratamentos em maio. Neste mês, plantas não tratadas apresentaram 31,4% de folhas doentes (Figura 5b). Os tratamentos com cobre, assim como no ano 1, também apresentaram menor porcentual de folhas afetadas pela doença em relação àqueles que não receberam aplicações do bactericida. Para as plantas tratadas com cobre, a incidência de folhas com cancro variou de 0,4% a 6,5% (Figura 5b), independentemente da duração do programa de proteção e intervalo de aplicação. Por outro lado, plantas tratadas apenas com estrobilurina apresentaram incidência de 5,9 a 31,0% de folhas doentes (Figura 5b).

As diferenças nas curvas de progresso foram refletidas na AACPI*. Em ambos os anos de condução do experimento houve a formação de dois grupos de eficiência de controle distintos, formados por tratamentos com e sem aplicação de cobre. Os tratamentos com cobre, independente da duração do programa de proteção e intervalo de aplicação apresentaram níveis significativamente menores da doença em folhas (Figura 6). No ano 1, enquanto a AACPI* da testemunha foi de 20,0 e os tratamentos que receberam apenas estrobilurina ficaram entre 16,9 e 24,5, aqueles que receberam cobre diferiram significativamente dos demais e variaram de 8,2 a 12,8 (Figura 6a). No ano 2, a testemunha apresentou AACPI* de 25,5 e os tratamentos com aplicação exclusiva de estrobilurina apresentaram AACPI* de 19,9 a 31,2 (Figura 6b). Por outro lado, todos os tratamentos com cobre, apresentaram AACPI* entre 1,4 e 4,5 e diferiram significativamente dos demais tratamentos sem cobre (Figura 6b).

Os tratamentos com cobre também proporcionaram menor incidência de cancro cítrico em frutos colhidos nos dois anos avaliados independentemente da duração do programa de proteção e intervalo de aplicação (Figura 7). No ano 1, os tratamentos com cobre apresentaram incidências de frutos afetados de 6,5 a 12,0%, as quais foram significativamente inferiores às incidências dos tratamentos com estrobilurina, que apresentaram variação de 16,2 a 30,3%, e da testemunha, com 29,8% de frutos sintomáticos (Figura 7a). No ano 2, os tratamentos com cobre, apresentaram variação de incidência de cancro cítrico entre 0,5 e 10,5%, também diferiram significativamente dos demais, com exceção do tratamento com cobre aplicado em intervalos de 21 dias durante o programa de proteção de duração reduzida combinado com estrobilurina a cada 42 dias e duração do programa estendida. Os tratamentos com aplicação de estrobilurina apresentaram incidência de frutos com cancro entre 11,0 e 24,0%. Nesse ano, a testemunha apresentou 10,5% de incidência de frutos com cancro cítrico (Figura 7b).

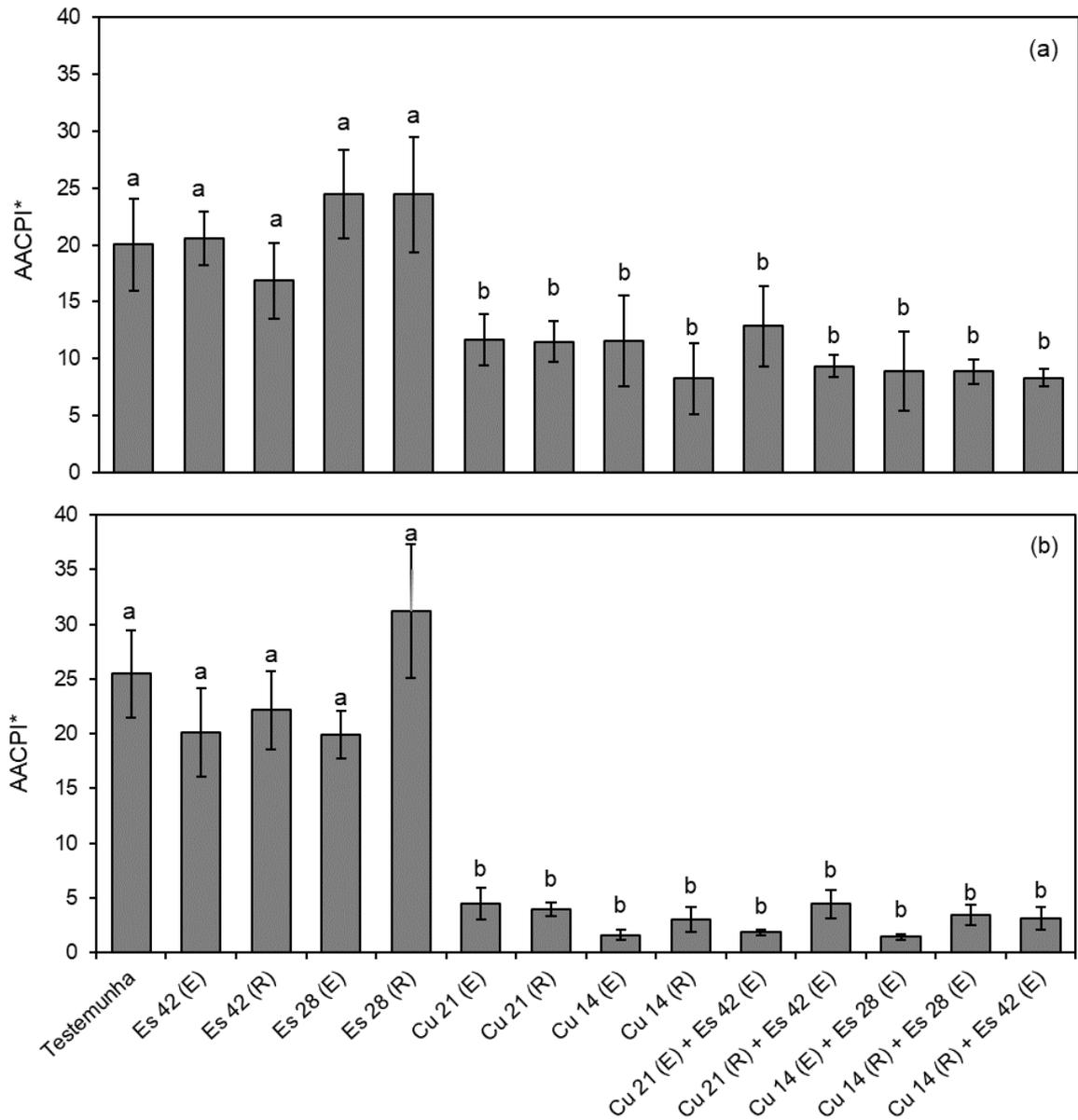


Figura 6. Área abaixo da curva de progresso de incidência estandardizada (AACPI*) de cancro cítrico em folhas de laranja ‘Valência’ tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b). Barras de erro indicam o erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

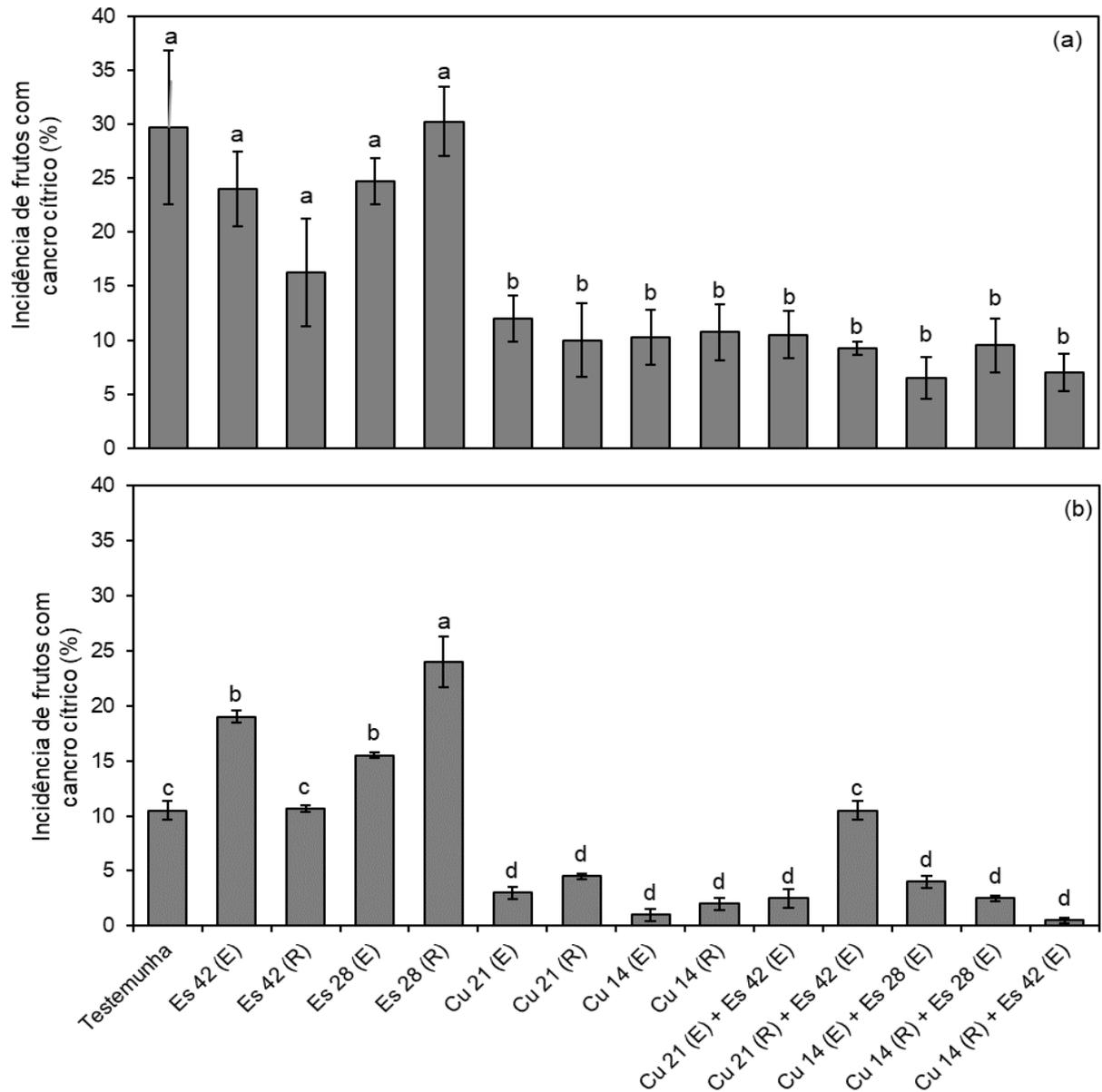


Figura 7. Incidência de frutos com cancro cítrico na colheita em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b). Barras de erro indicam o erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

A aplicação de cobre também foi eficiente na redução de frutos caídos com cancro cítrico (Figura 8). A queda de frutos no ano 1 foi menor em todos os tratamentos com cobre, independentemente da duração do programa de controle e intervalo de aplicação, variando de 8,0 a 31,0 frutos por planta (Figura 8a). Esses tratamentos diferiram significativamente da testemunha e dos tratamentos com estrobilurina, com exceção do tratamento com cobre aplicado no intervalo de 14 dias e programa de proteção de duração reduzida combinado com estrobilurina no intervalo de 42 dias em programa de duração estendida (Figura 8a). A variação de queda de frutos por planta para esses tratamentos de desempenho inferior ficou entre 34,0 e 52,0 frutos caídos com cancro cítrico por planta (Figura 8a).

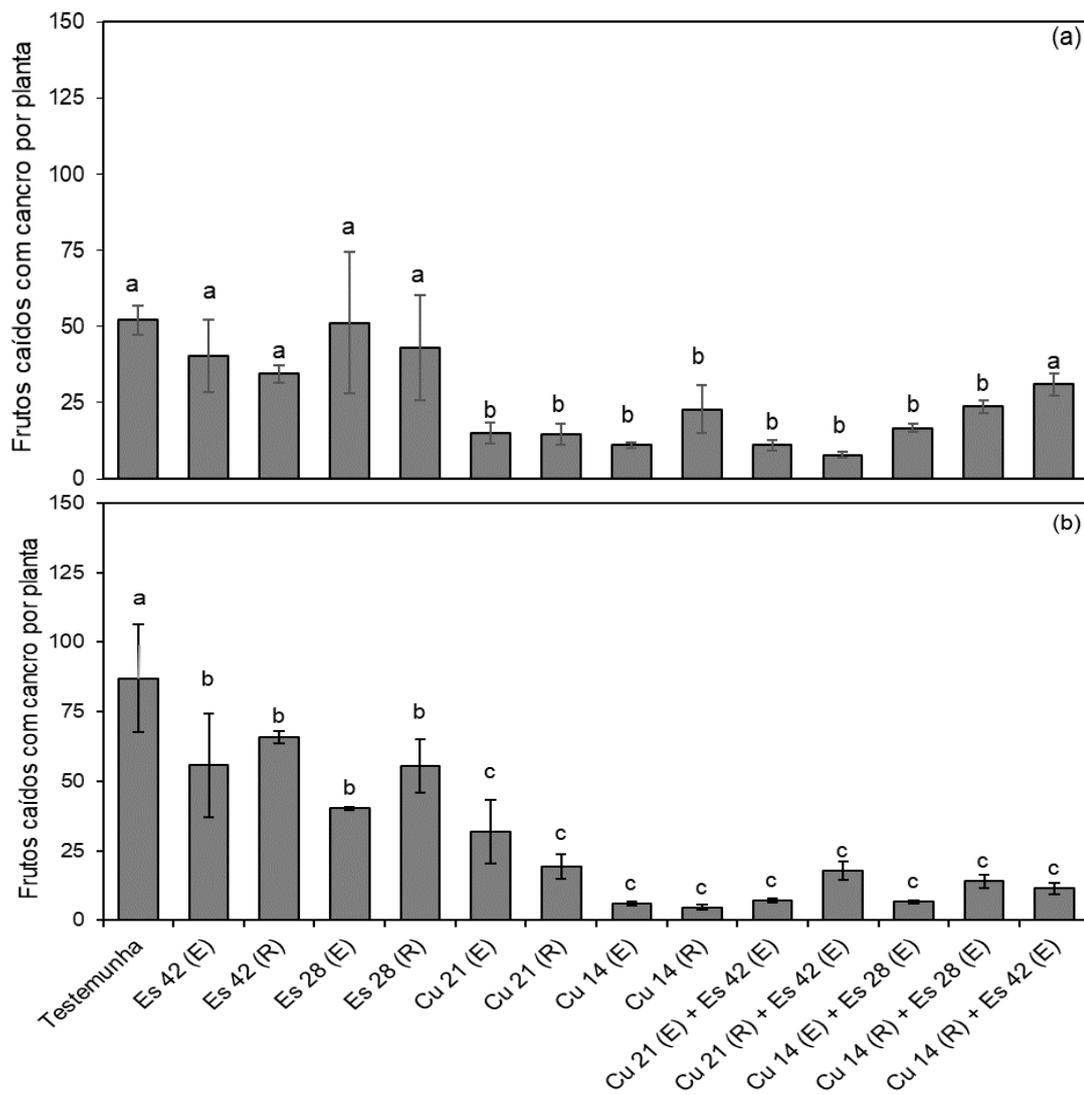


Figura 8. Queda acumulada de frutos com lesão de cancro cítrico em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b). Barras de erro indicam o erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

No ano 2, a testemunha apresentou média de 87,0 frutos caídos por planta e, assim como no ano 1, as menores taxas de queda de frutos também ocorreram nos tratamentos com aplicação de cobre, independente da duração do programa de controle e intervalo de aplicação, com variação de 5,0 a 32,0 frutos caídos por planta (Figura 8b). A queda de frutos nesses tratamentos foi significativamente menor em relação aos tratamentos com aplicação de estrobilurina, que apresentaram variação de 40,0 e 66,0 frutos caídos por planta, e em relação à testemunha (Figura 8b).

A severidade de pinta preta em frutos foi maior no ano 2 em relação ao ano 1, quando não superou 0,2% em todos os tratamentos (Figura 9a). No ano 2, os sintomas foram observados com mais evidência entre agosto e setembro. Nessa safra, a testemunha apresentou pico em novembro, próximo a colheita, com 0,63% de severidade (Figura 9b). De forma geral, os tratamentos com aplicação de estrobilurina combinada ou não com cobre durante programa de proteção estendido, independentemente do intervalo de aplicação, apresentaram as menores curvas de progresso. A severidade máxima de pinta preta nesses tratamentos variou de 0,03 a 0,18% (Figura 9b).

As diferenças no progresso temporal da severidade de pinta preta entre os tratamentos foram evidenciadas pela AACPS*, principalmente no ano 2 (Figura 10). Apesar da baixa incidência, no ano 1, a AACPS* de todos os tratamentos com fungicida variou de 0,00 a 0,01 e diferiu significativamente da testemunha, a qual apresentou AACPS* de 0,03 (Figura 10a). A exceção foi o tratamento com aplicação de cobre no intervalo de 21 dias em programa de duração reduzida, com AACPS* de 0,02 (Figura 10a). No ano 2, os tratamentos com fungicida também diferiram da testemunha, que apresentou AACPS* de 0,18. A exceção foi o tratamento com aplicação de estrobilurina no intervalo de 42 dias em programa de duração reduzida, com AACPS* de 0,14 (Figura 10b). Neste ano, as menores AACPS*, com variação de 0,00 a 0,03, foram observadas para os tratamentos com aplicação de estrobilurina no programa de duração estendida, independentemente do intervalo de aplicação e combinação com cobre (Figura 10b). Os tratamentos com aplicação exclusiva de cobre apresentaram desempenho intermediário, independentemente da duração do programa de controle e intervalo de aplicação, com variação da AACPS* de 0,07 a 0,09. Estes tratamentos apresentaram eficiência de controle inferior ao grupo anterior, porém superior em relação à testemunha e ao tratamento com estrobilurina no intervalo de 42 dias com programa de duração reduzida (Figura 10b).

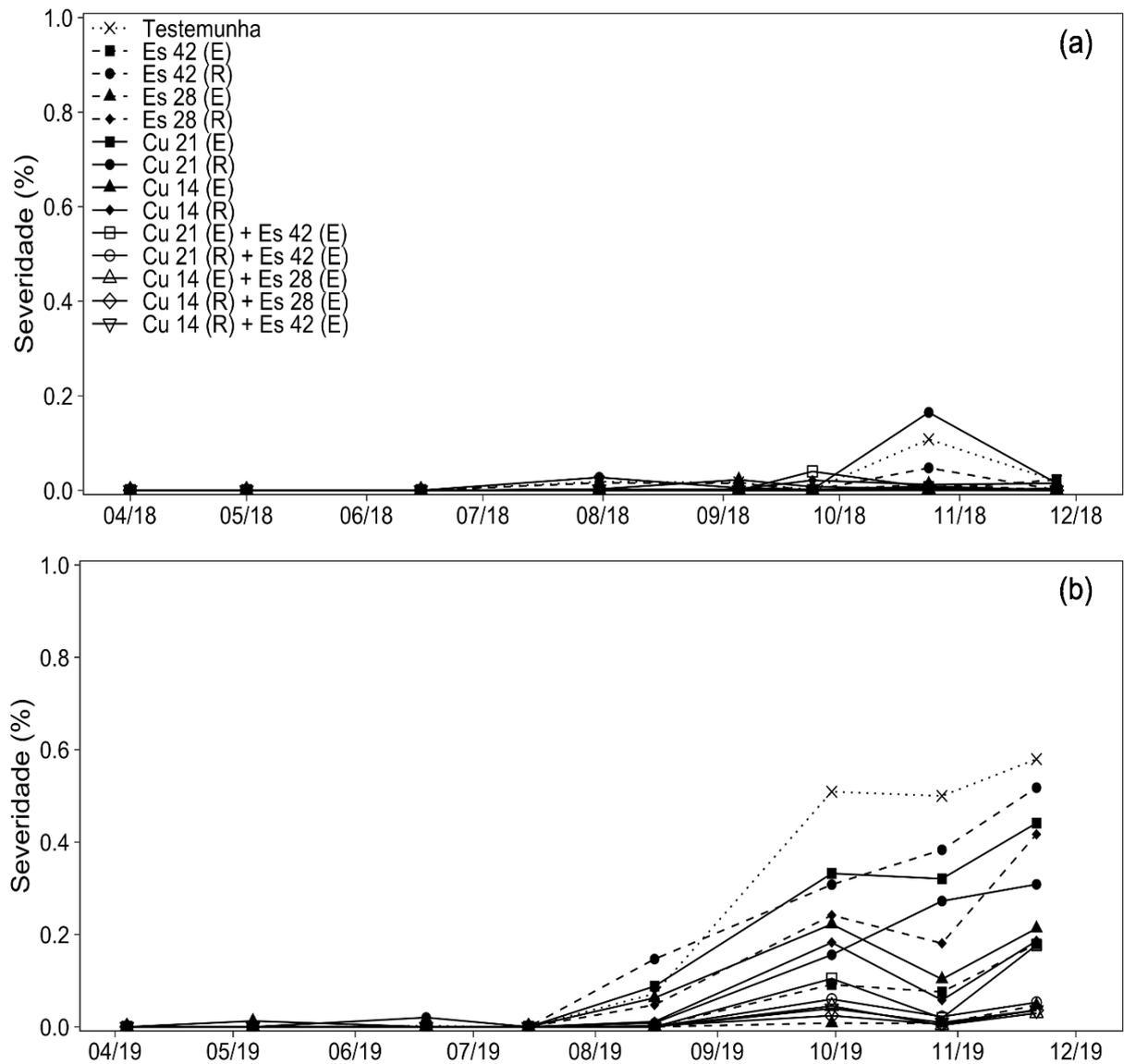


Figura 9. Progresso temporal de severidade em frutos de laranja ‘Valência’ com pinta preta em plantas tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b).

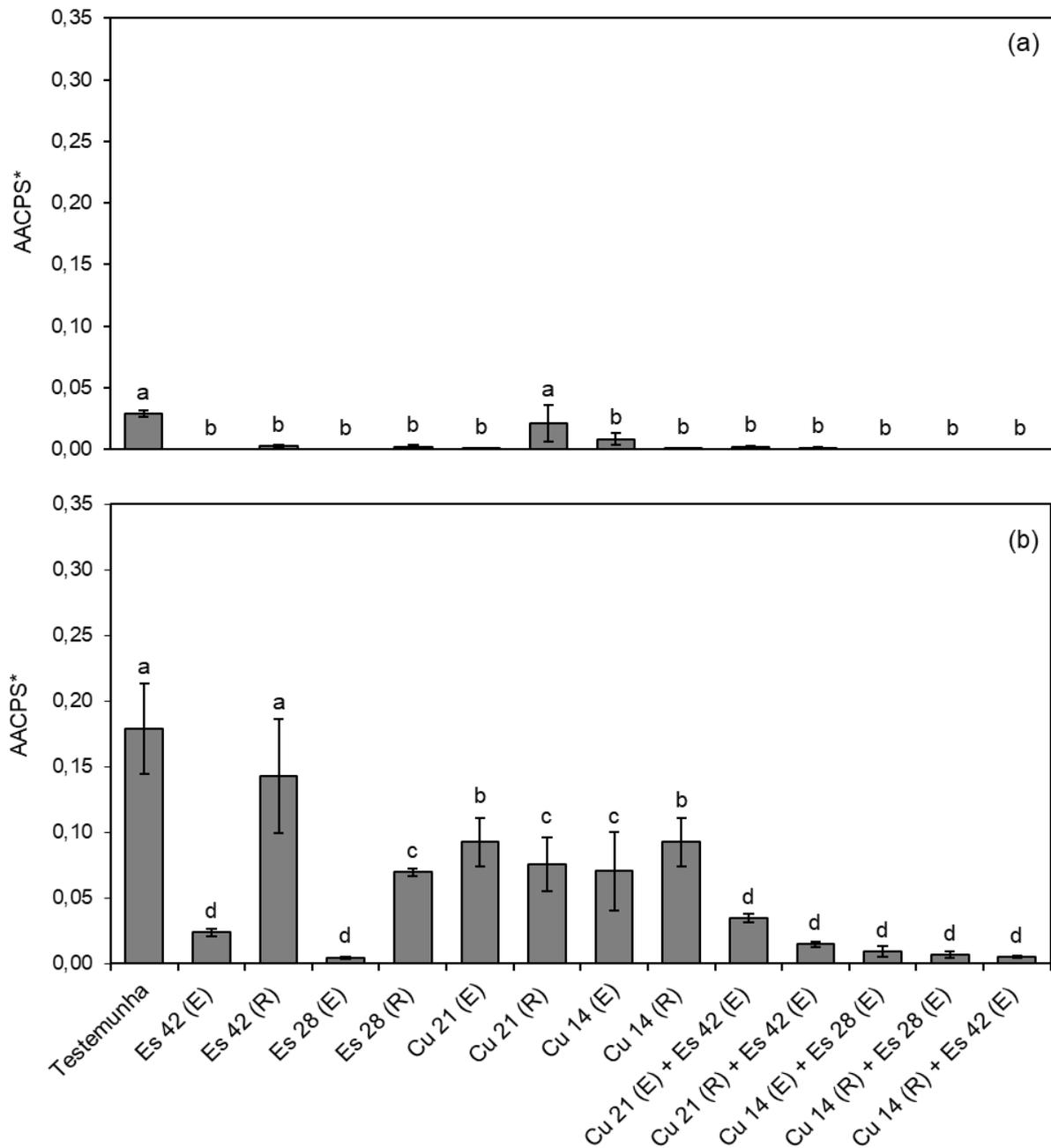


Figura 10. Progresso temporal da severidade e área abaixo da curva de progresso da severidade estandardizada (AACPS*) de pinta preta em frutos de laranja ‘Valência’ tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril, no ano 1 - safra 2017/18 (a) e ano 2 - safra 2018/19 (b). Barras de erro indicam o erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Diferentemente do ano 1, quando não foi observado queda de frutos com sintomas de pinta preta, no ano 2, houve queda prematura de frutos com os sintomas da doença (Figura 11). Neste ano, a testemunha apresentou média de 11,7 frutos caídos por planta, índice significativamente superior a todos os demais tratamentos com controle químico por meio da aplicação de cobre e/ou estrobilurina (Figura 11). Os tratamentos mais eficientes na redução de queda por pinta preta foram aqueles com aplicação combinada de estrobilurina em programa de duração estendida e cobre em programa estendido ou reduzido, independentemente do intervalo de aplicação com variação de 0,0 a 1,4 fruto caído por planta. Os tratamentos com uso exclusivo de estrobilurina a cada 28 dias e cobre a cada 14 dias, ambos em programa de duração estendida, apresentaram desempenho similar aos tratamentos anteriores, com queda de 0,0 e 1,7 frutos por planta, respectivamente. Os demais tratamentos apresentaram desempenho intermediário, com variação de 3,8 a 7,8 frutos caídos por planta (Figura 11).

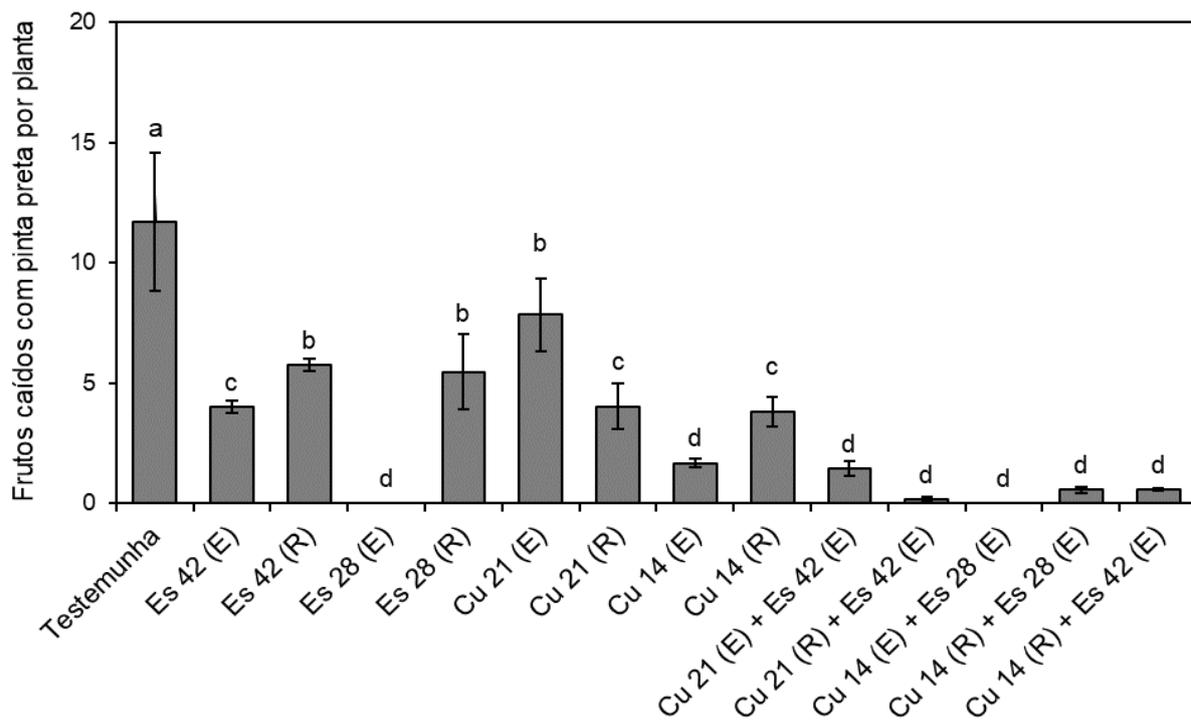


Figura 11. Queda de frutos por planta ocasionado por pinta preta, em plantas de laranja ‘Valência’ tratadas com cobre (Cu) em intervalos de aplicação de 14 ou 21 dias e/ou estrobilurina (Es) em intervalos de aplicação de 28 ou 42 dias durante programa de proteção reduzida (R), de outubro até fevereiro, ou durante programa de proteção estendida (E), de outubro até abril, ano 2 - safra 2018/19 (b). Barras de erro indicam o erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A análise de contraste revelou que o cobre teve efeito no manejo do cancro cítrico. Em contrapartida, a utilização de estrobilurina apresentou efeito no manejo da doença apenas no

segundo ano em relação à queda de frutos. Adicionalmente, a análise de contraste confirmou que a utilização exclusiva de cobre apresentou desempenho superior quando comparado com aplicação exclusiva de estrobilurina para o manejo do cancro cítrico (Tabela 4). O contraste entre a duração dos programas de proteção revelou que não houve diferenças quanto ao percentual de folhas afetadas e queda de frutos doentes para o controle do cancro cítrico, em relação à duração dos programas de proteção reduzida e estendida (Tabela 4). Esse mesmo comportamento também foi observado entre os intervalos de aplicação de 14 e 21 dias, exceto no segundo ano, quando plantas tratadas com cobre no intervalo de 14 dias apresentaram taxa de queda de frutos com cancro significativamente menor que plantas tratadas em intervalo de 21 dias (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de contrastes de variações da duração de programas de aplicação de cobre para o controle de cancro cítrico.

| Safra | Contrastes ^a | Dif. AACPI* ^b | F | P | Dif. Queda ^b | F | P |
|-------|-------------------------|--------------------------|--------|-----------------------------|-------------------------|-------|----------------|
| Ano 1 | Com vs sem Cu | -59,10 | 40,72 | < 0,001 ^c | -434,62 | 14,19 | 0,001 |
| | Cu (E) vs Cu (R) | 0,87 | 0,04 | 0,836 | -33,87 | 0,43 | 0,515 |
| | Cu 14 vs Cu 21 dias | -7,72 | 3,47 | 0,070 | 12,63 | 0,06 | 0,808 |
| | Cu vs Es | -43,73 | 55,74 | < 0,001 | -316,80 | 18,84 | < 0,001 |
| | Com vs sem Es | -15,36 | 2,75 | 0,105 | -117,81 | 1,04 | 0,313 |
| Ano 2 | Com vs sem Cu | -88,88 | 57,81 | < 0,001 | -857,99 | 56,57 | < 0,001 |
| | Cu (E) vs Cu (R) | -0,90 | 0,03 | 0,864 | 41,71 | 0,67 | 0,418 |
| | Cu 14 vs Cu 21 dias | -3,80 | 0,53 | 0,471 | -121,76 | 5,70 | 0,022 |
| | Cu vs Es | -80,42 | 118,30 | < 0,001 | -465,96 | 41,71 | < 0,001 |
| | Com vs sem Es | -8,46 | 0,872 | 0,356 | -392,03 | 11,81 | 0,001 |

^a Os tratamentos utilizados para o contraste ortogonal dos tratamentos estão indicados na Tabela 3. Cu, oxicloreto de cobre; (R), duração do programa de aplicação reduzida de outubro a fevereiro; (E), duração do programa de aplicação estendida de outubro a abril; intervalo de aplicação a cada 14 ou 21 dias. Es, estrobilurina; (R), duração do programa de aplicação reduzida de outubro a fevereiro; (E), duração do programa de aplicação estendida de outubro a abril; intervalo de aplicação a cada 28 ou 42 dias

^b Diferença da área abaixo da curva de progresso da incidência padronizada de cancro cítrico em folhas número de frutos caídos com sintomas da doença entre os grupos de tratamentos contrastados.

^c Valores de P em negrito apresentam diferença significativa a 5% de probabilidade entre os fatores comparados.

A análise de contraste para pinta preta no primeiro ano foi prejudicada devido à baixa severidade da doença e a ausência de frutos caídos com sintomas, não sendo possível realizar a análise para esse parâmetro. Contudo, nesse ano, os tratamentos com aplicação exclusiva de cobre e estrobilurina e em combinação com cobre apresentaram efeitos na redução da AACPS da doença em comparação à testemunha (Tabela 5). Por outro lado, no segundo ano quase todos os contrastes analisados foram significativos. A utilização exclusiva de cobre ou estrobilurina apresentou efeito significativo na redução da doença e perdas. No entanto, a estrobilurina teve efeito superior ao cobre apenas sobre a queda de frutos sintomáticos (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de contrastes de variações da duração de programas de aplicação de fungicidas para o controle de pinta preta.

| Safra | Contrastes ^a | Dif. AACPS* ^b | F | P | Dif. Queda ^b | F | P |
|-------|-------------------------|--------------------------|-------|-----------------------------|-------------------------|--------|----------------|
| Ano 1 | Com vs sem Es | -0,11 | 28,12 | < 0,001 ^c | - ^d | - | - |
| | Es (E) vs Es (R) | 0,0046 | 0,24 | 0,628 | - | - | - |
| | Es 28 vs Es 42 dias | 0,0002 | 0,00 | 0,982 | - | - | - |
| | Cu vs Es | 0,04 | 2,69 | 0,109 | - | - | - |
| | Com vs sem Cu | -0,08 | 12,98 | 0,001 | - | - | - |
| | Cu + Es(E) vs Es (E) | -0,004 | 0,01 | 0,940 | - | - | - |
| | Cu + Es(E) vs Cu | -0,04 | 9,91 | 0,003 | - | - | - |
| Ano 2 | Com vs sem Es | -0,48 | 30,57 | < 0,001 | -94,83 | 47,10 | < 0,001 |
| | Es (E) vs Es (R) | 0,18 | 23,05 | < 0,001 | 21,61 | 12,23 | 0,001 |
| | Es 28 vs Es 42 dias | 0,09 | 5,81 | 0,021 | 12,92 | 4,37 | 0,043 |
| | Cu vs Es | 0,04 | 0,67 | 0,416 | 6,26 | 31,34 | < 0,001 |
| | Com vs sem Cu | -0,43 | 25,10 | < 0,001 | -88,56 | 41,09 | < 0,001 |
| | Cu + Es (E) vs Es (E) | -0,01 | 10,49 | 0,002 | 17,63 | 20,16 | < 0,001 |
| | Cu + Es (E) vs Cu (E) | -0,22 | 7,941 | 0,007 | -45,50 | 11,695 | 0,001 |

^a Os tratamentos utilizados para o contraste ortogonal dos tratamentos estão indicados na Tabela 3. Cu, oxiclureto de cobre; (R), duração do programa de aplicação reduzida de outubro a fevereiro; (E), duração do programa de aplicação estendida de outubro a abril; intervalo de aplicação a cada 14 ou 21 dias. Es, estrobilurina; (R), duração do programa de aplicação reduzida de outubro a fevereiro; (E), duração do programa de aplicação estendida de outubro a abril; intervalo de aplicação a cada 28 ou 42 dias.

^b Diferença da área abaixo da curva de progresso da severidade padronizada de pinta preta em frutos e número de frutos caídos entre os grupos de tratamentos contrastados.

^c Valores de P em negrito apresentam diferença significativa a 5% de probabilidade entre os fatores comparados.

^d Análise não realizada pela inexistência de frutos caídos por pinta preta.

Os tratamentos com aplicação exclusiva de cobre, independentemente da duração do programa de proteção e intervalo de aplicação, apresentaram desempenho inferior quando comparado com aplicações exclusivas de estrobilurina para o manejo da pinta preta (Tabela 5). A estrobilurina apresentou melhor desempenho quando utilizada no programa de proteção de duração estendida, em relação ao programa reduzido. Estrobilurina utilizada no programa de duração estendida a cada 28 dias foi mais eficiente no controle da pinta preta em relação ao intervalo de 42 dias e duração do programa de proteção estendida, independentemente do intervalo de aplicação. A combinação de cobre na duração do programa de proteção reduzida com estrobilurina no programa de duração estendido apresentou maiores níveis de controle em relação a aplicação exclusiva desses produtos no programa de duração estendida (Tabela 5).

Todos os tratamentos com aplicação de cobre e estrobilurina reduziram a queda de frutos e conseqüentemente o prejuízo devido ao cancro cítrico e pinta preta. Nas duas safras, as plantas que não receberam controle químico sofreram prejuízo médio ocasionado pela queda de R\$ 4.388,44/ha (Tabela 6). Os tratamentos com aplicações exclusivas de cobre, exceto aquele realizado a cada 21 dias em programa de duração estendida, bem como os tratamentos com combinação de estrobilurina a cada 42 dias em programa estendido e cobre a cada 21 dias em programa reduzido ou estendido proporcionaram os melhores retornos financeiros, com variação de R\$ 2.720,19 a R\$ 2.917,03/ha (Tabela 6). Os tratamentos com uso apenas de estrobilurina, independentemente da duração do programa e intervalo de aplicação, proporcionaram os menores retornos financeiros, com variação de R\$ 903,79 a R\$ 1.132,14/ha (Tabela 6). Os demais tratamentos apresentaram retornos financeiros intermediários. Os custos de insumos para as aplicações com cobre representam 44% do custo total de controle/ha contra 74% de aplicações com estrobilurina. Do custo total do programa com estrobilurina, o fungicida representou 67% e o óleo mineral 7%. A diferença de custo de controle entre os programas de duração estendida e reduzida para a utilização apenas de cobre, independentemente do intervalo de aplicação, foi de R\$ 360,14/ha. O uso de cobre no programa de duração reduzida no intervalo de aplicação de 21 dias, levou à redução de três aplicações e economia de R\$ 236,68/ha/safra em relação ao programa de duração reduzida com aplicações a cada de 14 dias (Tabela 6). Para as aplicações de cobre no programa de duração estendida, houve redução de cinco aplicações e economia de R\$ 305,32/ha quando as aplicações foram feitas cada 21 dias em relação ao menor intervalo. O uso de estrobilurina em programa de duração estendida em intervalo de 42 dias levou à redução de duas aplicações em relação ao intervalo de 28 dias e economia de R\$ 195,59/ha (Tabela 6).

Tabela 6. Retorno financeiro obtido com diferentes programas de aplicação de cobre e estrobilurina avaliados para o manejo conjunto de cancro cítrico e pinta preta em pomar de laranja ‘Valência’ com base no valor da prevenção de perdas de produção causadas pelas doenças e nos custos de insumos e mão de obra.

| Tratamentos ^a | Custo (R\$/ha) | | | | | Valor prevenção de perda (R\$/ha) ^d | Valor do retorno financeiro (R\$/ha ± desvio padrão) ^e |
|--------------------------|----------------|---------------|--------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| | Cobre metálico | Estrobilurina | Óleo mineral | Mão-de-obra e máquina ^b | Controle ^c | | |
| Cu 14 (R) | 308,88 | - | - | 401,15 | 710,03 | 3.627,06 | 2.917,03 a ± 736,50 |
| Cu 21 (R) | 205,92 | - | - | 267,43 | 473,35 | 3.252,97 | 2.779,61 a ± 672,16 |
| Es 28 (R) | - | 113,40 | 99,49 | 178,29 | 391,18 | 1.294,97 | 903,79 c ± 1.126,13 |
| Es 42 (R) | - | 85,05 | 74,62 | 133,72 | 293,38 | 1.280,65 | 987,27 c ± 912,97 |
| Cu 14 (R) + Es 28 (E) | 308,88 | 198,45 | 124,37 | 490,29 | 1.121,99 | 3.232,06 | 2.110,08 b ± 393,97 |
| Cu 14 (R) + Es 42 (E) | 308,88 | 141,75 | 99,49 | 490,29 | 1.040,41 | 3.198,97 | 2.158,55 b ± 664,02 |
| Cu 21 (R) + Es 42 (E) | 205,92 | 141,75 | 99,49 | 356,58 | 803,74 | 3.684,28 | 2.880,55 a ± 411,74 |
| Cu 14(E) | 480,48 | - | - | 624,01 | 1.104,49 | 3.824,68 | 2.720,19 a ± 456,77 |
| Cu 21(E) | 308,88 | - | - | 490,29 | 799,17 | 3.071,90 | 2.272,73 b ± 1.207,03 |
| Es 28(E) | - | 198,45 | 174,11 | 312,00 | 684,56 | 1.816,70 | 1.132,14 c ± 1.076,38 |
| Es 42(E) | - | 141,75 | 124,37 | 222,86 | 488,97 | 1.564,01 | 1.075,04 c ± 1.237,94 |
| Cu 14 (E) + Es 28 (E) | 480,48 | 198,45 | 124,37 | 624,01 | 1.427,30 | 3.677,77 | 2.250,47 b ± 420,21 |
| Cu 21 (E) + Es 42 (E) | 308,88 | 198,45 | 99,49 | 401,15 | 1.007,97 | 3.786,44 | 2.778,47 a ± 796,56 |

^a Cu, oxicloreto de cobre; Es, estrobilurina; (R), duração do programa de proteção reduzida, de outubro a fevereiro; (E) duração do programa de proteção estendida, de outubro a abril no primeiro ano e maio no segundo ano; números indicam o respectivo intervalo de aplicação.

^b Custo operacional baseado na quantidade hora/máquina, hora/homem, rendimento operacional e número de aplicações indicados na Tabela 2.

^c Custo total de controle considerando o valor total de insumos, mão-de-obra e máquina.

^d Valor da produção adicional obtida com uso de cobre e/ou estrobilurina em comparação ao tratamento sem aplicação. O valor obtido em cada repetição nos dois anos (oito repetições) foi comparado com a média geral da testemunha.

^e Retorno financeiro obtido com o controle das doenças estimado pela subtração do custo total de controle ao valor da prevenção de perda de frutos em função dos tratamentos com cobre e/ou estrobilurina. Desvio padrão indica variação observada entre a média da testemunha e o valor de oito repetições (quatro por ano). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

4. DISCUSSÃO

Esse trabalho, inédito na citricultura mundial, estudou diferentes durações de programas de aplicação de cobre e estrobilurina com variações na duração do programa de proteção e intervalos de aplicação visando o manejo conjunto de cancro cítrico e pinta preta em pomar de laranja de maturação tardia com ocorrência simultânea das duas doenças. De forma geral, o estudo evidenciou informações importantes que permitem o manejo de forma conjunto de ambas as doenças. Além disso, os resultados indicam a possibilidade de otimização no manejo atual realizado pelos citricultores visando a redução do uso de produtos fitossanitários e consequentemente dos custos relacionados ao controle sem interferir na eficiência do manejo de cancro cítrico e pinta preta.

Nos dois anos de estudo, o cancro cítrico ocorreu com intensidade média à alta no pomar, o que permitiu avaliação consistente do desempenho das diferentes durações de programas de controle. Isso ocorreu devido ao histórico recente de inóculo elevado da doença na área. No ano 1, os níveis da doença foram maiores em relação ao segundo ano e uma provável causa foi a ocorrência de chuvas mais volumosas em outubro e novembro, período em que os frutos estão mais suscetíveis à infecção por *X. citri*. No primeiro ano, os sintomas em folhas foram inicialmente observados a partir do mês de janeiro, provavelmente devido à presença de brotações nos meses de novembro e dezembro e à ocorrência das precipitações pluviométricas no mesmo período. No ano 2, os primeiros sintomas de cancro cítrico iniciaram em dezembro, com ocorrência do pico da doença em maio, devido ao fato das precipitações pluviométricas terem sido mais volumosas no verão, colaborando para que a curva de progresso de incidência de cancro cítrico fosse maior nesse período. De acordo com Leite Junior et al. (1987) o aumento da temperatura e precipitações elevadas no período de maior fluxo vegetativo das plantas cítricas favorecem a ocorrência de cancro cítrico. Nos dois anos de estudo foram observados níveis máximos de incidência de aproximadamente 30 a 35%, similares aos observados por Scapin et al. (2015).

Por outro lado, as plantas apresentaram baixa intensidade de pinta preta nas duas safras, principalmente no primeiro ano, quando não foi observada queda de frutos com sintomas da doença. No segundo ano, a presença de chuvas regulares no período do verão, pode ter contribuído para que a severidade de sintomas da doença apresentasse maiores níveis em relação ao ano 1. Essa baixa intensidade nos dois anos de condução do experimento, até mesmo nos tratamentos onde não ocorreu aplicação de fungicida, pode ser atribuída ao fato do pomar

ser novo e apresentar baixo inóculo da doença. A severidade final em frutos alcançou níveis de 0,6%, valores próximos aos observados por Vinhas (2011), de 0,02 a 1,56% para os tratamentos com aplicação de fungicidas em pomar de 9 anos de idade da variedade ‘Valência’ e por Moraes (2017) que observou valores de severidade em frutos em tratamentos com aplicação de fungicida em torno de 0,1% em pomar de mesma idade e variedade. A baixa severidade não resultou em queda de frutos na primeira safra, diferentemente da segunda safra, quando foi observada queda de até 11,7 frutos por planta na testemunha. Isso pode estar relacionado com o acúmulo de inóculo de uma safra para a outra. Moraes (2017) verificou que quando a severidade atinge níveis maiores que 0,5%, a queda de frutos passa a aumentar, e quando a severidade média na planta atinge valores acima de 5%, mais da metade dos frutos podem cair prematuramente. Este cenário, de maior ocorrência de cancro cítrico do que pinta preta em pomares de laranja com menos de oito a dez anos de idade é comum e representa o cenário do parque citrícola do estado de São Paulo.

De forma geral o cobre apresentou elevada efetividade no manejo do cancro cítrico, enquanto a aplicação apenas de estrobilurina não apresentou nenhum efeito para o manejo da doença, como esperado. Conforme relatado por Behlau et al. (2010), as pulverizações de cobre são capazes de reduzir a quantidade de inóculo do cancro cítrico e seu efeito é mais pronunciado a médio prazo. Para a pinta preta, aplicações apenas de cobre apresentaram eficiência de controle intermediária e pulverizações de estrobilurina combinado ou não com cobre apresentaram elevada eficiência no manejo da doença. Segundo Felipe et al. (2004), a aplicação do fungicida sistêmico 60 e 105 dias após a queda de pétalas após aplicações de cobre na fase de queda de 2/3 das pétalas e 30 dias depois, apresentou menor quantidade de pinta preta em relação às plantas tratadas apenas com cobre.

O manejo do cancro cítrico com a utilização de cobre no programa de proteção de duração reduzida resultou na mesma eficiência de controle quando comparado ao programa de controle de duração estendida. O controle tem início a partir da queda de pétalas de flores e, de acordo com Lanza et al., (2019), pode ser finalizado quando os frutos se tornam resistentes à novas infecções ao atingir 50 mm de diâmetro. Dessa forma, o manejo poderá ser realizado até janeiro ou fevereiro, com duração média de 120 dias, proporcionando controle da doença em folhas e frutos. Após esse período, mesmo se ocorrer a interrupção das pulverizações, não há tempo suficiente para o crescimento da intensidade da doença em folhas, mesmo com ocorrência de condições climáticas favoráveis no verão e início do outono. Mesmo se houvesse algum aumento da doença neste período após a paralização das aplicações de cobre, este

crescimento não teria impacto na safra corrente pois os frutos estariam resistentes. Além disso, é pouco provável que esse aumento apresentaria impacto significativo na próxima safra, uma vez que os níveis de cancro cítrico em cada ano são mais relacionados às condições climáticas no período inicial de desenvolvimento dos frutos na safra vigente do que dos níveis da doença no final da safra anterior, assim como observado neste estudo. Esse resultado permite a exclusão das pulverizações que tradicionalmente são realizadas pelos citricultores até o final do verão, entre os meses de abril e maio, proporcionando maior retorno financeiro. Entretanto, vale ressaltar que o resultado obtido é aplicado em pomares com floradas definidas em variedade tardia. Caso ocorra múltiplas floradas, o programa de pulverização deve ser mantido ao menos até março e abril, visando a proteção dos frutos jovens altamente suscetíveis.

Diferentemente do observado para o cancro cítrico, a pinta preta apresentou melhor eficácia de controle com a utilização exclusiva de estrobilurina em programa de proteção de duração estendida quando comparado ao programa de duração reduzida. Esse resultado pode ser explicado pelo longo período de incubação do fungo após a infecção (Kotzé, 1981) e pelo fato dos frutos permanecerem suscetíveis à doença até a colheita (Silva Junior et al., 2016a). Portanto, o fruto deve ser protegido por um período maior, a fim de evitar infecções que promovam o surgimento de sintomas que promovam a queda prematura de frutos, principalmente em variedades tardias cujos frutos permanecem por um período mais longo nas plantas em comparação às variedades precoces ou de meia-estação. Os tratamentos com utilização exclusiva de estrobilurina ou combinado com cobre no programa de duração reduzida de proteção apresentaram elevada eficácia no controle da pinta preta, reduzindo de forma significativa a queda prematura de frutos. Porém vale ressaltar que este resultado foi possível apenas com a utilização da estrobilurina no programa de proteção de duração estendida, com o término das aplicações em abril e maio de cada ano do experimento. Todavia, a aplicação exclusiva de estrobilurina em programa de proteção de duração reduzida, semelhante aos tratamentos com uso exclusivo de cobre no mesmo programa de proteção e independentemente do intervalo de aplicação, apresentou baixa eficiência para o manejo da doença, o que inviabiliza sua utilização neste programa de proteção para o controle de pinta preta.

Na maior parte nas análises, os tratamentos com cobre não apresentaram diferenças significativas nos intervalos de aplicação de 14 e 21 dias para o manejo do cancro cítrico, corroborando Ferreira (2017), o qual também não observou diferenças significativas para o uso do cobre nos mesmos intervalos de aplicação. Os resultados obtidos também são semelhantes aos reportados por Behlau et al. (2010), demonstrando que aplicações realizadas em intervalo

de 21 dias apresentam melhor custo-benefício que intervalos de 14 dias. Para pinta preta, os resultados constataram maior eficácia de controle quando a estrobilurina foi aplicada de forma isolada em intervalo de 28 dias. Contudo, vale ressaltar que esta conclusão é baseada em resultados de apenas uma safra e que intervalo de aplicação de 42 dias se mostrou igualmente viável quando combinado com a utilização do cobre. Ainda, a análise de viabilidade econômica demonstrou que a utilização de um maior intervalo de aplicação estrobilurina apresentou melhor custo-benefício. Estes resultados corroboram com Silva (2013) e Metzker (2014) que não observaram diferenças significativas no controle da pinta preta em programa de proteção iniciado com cobre seguido de aplicações de estrobilurina em intervalos de 30 e 40 dias.

O retorno financeiro foi maior para tratamentos com uso exclusivo de cobre ou em combinação com estrobilurina. A utilização exclusiva de cobre possibilitou alto retorno financeiro pelo fato de o cancro cítrico ter sobressaído na área experimental e causado maior perda de produção em relação à pinta preta. Os melhores resultados obtidos entre estes tratamentos foram com a utilização do programa de aplicação de duração reduzida de cobre e com os intervalos de aplicação mais longos dentro da variação recomendada, tanto para o cobre quanto para a estrobilurina. Isso se deve ao fato de que estes tratamentos demandaram por menor quantidade de insumos e mão-de-obra e resultaram em controle eficiente do cancro cítrico e pinta preta. A ótima eficiência do cobre observada nesse estudo para manejo conjunto pode ser explicada pela predominância do cancro cítrico na área do estudo, muito relacionada com a idade do pomar. Apesar de ser menos eficiente que a estrobilurina para o manejo da pinta preta (Motta, 2009), o uso frequente de cobre para o controle de cancro cítrico foi suficiente para o manejo, que ocorreu em níveis baixos em ambas as safras.

Assim, em pomares com predomínio de cancro cítrico em relação à pinta preta, aplicações apenas de cobre no programa estendido de proteção e intervalo de aplicação de 21 dias são suficientes para o manejo em conjunto das duas doenças. Essa recomendação é mais indicada para pomares destinados à produção de frutos para indústria de suco. Em pomares destinados a produção de fruta para comercialização *in natura*, a utilização de estrobilurina no manejo em conjunto torna-se imprescindível em qualquer nível de ocorrência de pinta preta a fim de evitar a comercialização de frutos sintomáticos. Entretanto, em pomares com idade para o predomínio de pinta preta, normalmente a partir do sétimo ou oitavo ano, o cobre pode ser aplicado em programa de duração reduzida de proteção em intervalos de 21 dias visando o controle de cancro cítrico, combinado com estrobilurina em programa de proteção de duração estendida com aplicação a cada 42 dias.

A revisão da duração dos programas de aplicação de cobre e estrobilurina para o controle conjunto de cancro cítrico e pinta preta contribuiu para otimização de recursos e redução dos custos de produção. Os resultados obtidos indicam que é possível realizar o manejo em conjunto das duas doenças por meio da sincronização dos intervalos de aplicação dentro do programa fitossanitário. Estes ajustes permitem otimizar a utilização de recursos como água, matriz energética, insumos e mão-de-obra, proporcionando redução de custos aos citricultor, e contaminação do meio ambiente e com isso, uma citricultura cada vez mais sustentável mesmo com a presença dessas importantes doenças.

5. CONCLUSÕES

- Aplicações de cobre em programa de proteção reduzido, de setembro-outubro (a partir da queda de pétalas) até janeiro-fevereiro, apresentam a mesma eficiência do programa de aplicações em programa estendido, de setembro-outubro (a partir da queda de pétalas) até abril-maio, para o manejo do cancro cítrico em pomar adulto de laranja tardia. No entanto, para o controle da pinta preta o programa de proteção estendido foi mais eficiente que o programa com duração reduzida.
- Em pomares de laranja tardia com ocorrência das duas doenças, o manejo de melhor custo-benefício foi alcançado com aplicações de cobre em programa de duração reduzida a cada 21 dias e de estrobilurina em programa estendido a cada 42 dias. Entretanto, com a baixa severidade da pinta preta, o manejo conjunto se mostrou viável com uso exclusivo de cobre em intervalos de 14 ou 21 dias em programa estendido de aplicação.

REFERÊNCIAS

- Aguilar-Vildoso, C.I., Ribeiro, J.G.B., Feichtenberger, E., Goes, A., Spósito, M.B. 2002. **Manual técnico de procedimentos da mancha preta dos citros**. Brasília: MAPA: DAS: DDIV. 72 p.
- Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2001. A epidemiologia do Cancro Cítrico. **Summa Phytopathologica** 27:151-156.
- Barbosa, J.C., Maldonado Júnior, W. 2016. **Sistemas para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FCAV-UNESP.
- Behlau, F. 2019. **Manual de cancro cítrico**: medidas essenciais de controle. Araraquara: Fundo da Defesa da Citricultura. 52 p.
- Behlau, F. 2020. An overview of citrus canker in Brazil. **Tropical plant pathology**. <https://doi.org/10.1007/s40858-020-00377-2>.
- 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., Belasque Junior, J. 2014. **Cancro cítrico**: a doença e seu controle. Araraquara: Fundo da Defesa da Citricultura. 82 p.
- 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.
- Behlau, F., Lanza, F.E., Scapin, M. da S., Scandelai, L.H.M., Silva Junior, G.J. 2021. Spray volume and rate based on the tree-row-volume for a sustainable use of copper in the control citrus canker. **Plant Disease** 105:183-192.
- Bitancourt, A.A. 1957. O cancro cítrico. **O Biológico** 23:101-111.
- Brasil. Instrução Normativa 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**, Brasília, DF, nº 90, seção 1, p. 9, 11 maio 2018.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 532p. Cepea. 2020. **Séries Mensais**. Piracicaba: Esalq/USP. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.br/citros/>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- Christiano, R., Dalla Pria, M. Cintra, W., Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2006. Modelling the progress of Asiatic citrus canker on Tahiti lime in relation to temperature and leaf wetness. **European Journal of Plant Pathology** 124:1-7.

Del Rovere, N.S. 2013. Programas de pulverização com fungicidas sistêmicos e cúpricos em diferentes combinações no controle da mancha preta dos citros. 34 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Doidge, E.M. 1929. Some diseases of citrus prevalent in South Africa. **South African Journal of Science** 26:320-325.

Fawcett, H.S., Jenkins, A.E. 1933. Records of citrus Canker from herbarium specimens of the genus *Citrus* in England and the United States. **Phytopathology** 23:820-824.

Feichtenberger, E. 1996. Mancha preta dos citros no Estado de São Paulo. **Laranja** 17:93-108.

Felippe, J.M., Cottas, M.P., Ikeda, M. 2004. Eficácia do fungicida pyraclostrobin no controle da Pinta preta (*Guignardia citricarpa*) em citros (*Citrus sinensis*). **Fitopatologia Brasileira** 29:281.

Ferreira, D.H. 2017. Redução do intervalo de aplicação e adequação da dose de cobre para o controle do cancro cítrico. 45 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

FNP Consultoria e Comércio. 2019. **Agriannual 2020**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. 416 p.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2020. **Estimativa da safra de laranja 2019/20 do cinturão cítrico de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro**. Araraquara: Fundecitrus. Disponível em:
<http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0420_Reestimativa_da_Safra_de_Laranja.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2020.

Goes, A., Feichtenberger, E. 1992. Ocorrência da mancha preta causada por *Phyllosticta citricarpa* (McAlp) Van der Aa em pomares cítricos do Estado de São Paulo. Anais. **X Congresso Brasileiro de Fitopatologia**. Aracajú. 1993. p. 318.

Goes, A., Andrade, A.G., Moretto, K.C.K. 2000. Efeito de diferentes tipos de óleos na mistura de benomyl + mancozeb no controle de *Guignardia citricarpa*, agente causal da mancha preta dos frutos cítricos. **Summa Phytopathologica** 26:233-236.

Gottwald, T.R., Sun, X., Riley, T., Graham, J.H., Ferrandino, F., Taylor, E.L. 2002. GeoReferenced spatiotemporal analysis of the urban citrus canker epidemic in Florida. **Phytopathology** 92:361-377.

Graham, J.H., Dewdney, M.M., Yonce, H.D. 2011. Comparison of copper formulations for control of citrus canker on 'Hamlin' Orange. **Proc. Florida State Horticultural Society** 124:79-84.

Jesus Junior, W.C., Belasque Junior, J., Amorim, L., Christiano, R.S., Parra, J.R.P., Bergamin, F. 2006. Injuries caused by Citrus Leafminer (*Phyllocnistis citrella*) exacerbate citrus canker (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) infection. **Fitopatologia Brasileira** 31:277-283.

- Kiely, T.B. 1948. Preliminary studies on *Guignardia citricarpa* spp.: the ascigerous stage of *Phoma citricarpa* and its relation to black spot of citrus. **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales** 73:249-292.
- Kimati, H., Galli, F. 1980. Doenças dos citros (*Citrus spp.*). In: Galli, F., Carvalho, P.C.T., Tokeshi, H. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 213-250. v. 2.
- Kotzé, J.M. 1963. Studies on the black spot disease of citrus caused by *Guignardia citricarpa* Kiely with particular reference to its epiphytology and control at Lebata. 148 f. **PhD Thesis**. Pretoria: University of Pretoria.
- Kotzé, J.M. 1981. Epidemiology and control of citrus black spot in South Africa. **Plant Disease** 65:945-950.
- Kotzé, J.M. 1988. Black spot. In: Whiteside, J.O., Garnsey, S.M., Timmer, L.W. (Ed.). **Compendium of Citrus Diseases**. Saint Paul: APS Press. p. 10-12.
- Lanza, F.E., Metzker, T.G., Vinhas, T., Behlau, F., Silva Junior, G.J. 2018. Critical fungicide spray period for citrus black spot control in São Paulo State, Brazil. **Plant Disease** 102:334-340.
- Lanza, F.E., Marti, W., Silva Junior, G.J., Behlau, F. 2019. Characteristic of citrus canker lesions associated with premature drop of sweet orange fruit. **Phytopathology** 109:44-51.
- Laranjeira, F.F., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Aguilar-Vildoso, C.I., Coletta Filho, H.D. 2005. Fungos, procariotos e doenças abióticas. In:_____. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico: Fundag. p. 510-566.
- Leite Junior, R.P. 1990. Cancro cítrico: prevenção e controle no Paraná. **Circular técnica IAPAR** 61:51.
- Leite Junior, R.P., Moham, S.K., Pereira, A.L.G., Campacci, C.A. 1987. Controle integrado de cancro cítrico: efeito da resistência genética e da aplicação da bactericidas. **Fitopatologia Brasileira** 12:257-263.
- Mconie, K.C. 1964. The latent occurrence in Citrus and other hosts of a *Guignardia* easily confused with *G. citricarpa*, the citrus black spot pathogen. **Phytopathology** 54:40-43.
- Metzker, T.G. 2014. Determinação das épocas de aplicação de estrobilurina no controle da mancha preta dos citros. 44 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Moraes, M.R. 2017. Diferentes concentrações de óleo mineral e resina orgânica em combinação com fungicidas no controle da pinta preta dos citros. 44 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Motta, R.R. 2009. Determinação do período residual de fungicidas protetores e sistêmicos para o controle de *Guignardia citricarpa* em frutos cítricos. 70 f. **Dissertação de Mestrado**. Jaboticabal, SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

R Core Team. 2020. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

Rosseti, V.V. (Ed). 2001. **Manual ilustrado de doenças dos citros**. Piracicaba: FEALQ. 207 p.

Santos, C.F.O. 1991. Cancro Cítrico: ocorrência no Brasil e seu combate. In: Rodriguez, O., Viégas, F., Pompeu Júnior, J., Amaro, A.A. (Ed.). **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill. p. 787-823. v. 2.

São Paulo. Resolução SAA-10, de 20 de fevereiro de 2017. Delimita e oficializa todo o território do Estado de São Paulo como área sob Sistema de Mitigação de Risco, relativo à praga do cancro cítrico, *Xanthomonas citri* subsp. *citri* e institui procedimentos fitossanitários. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 21 fev. 2017. Disponível em: <<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/resolucao-saa-10-de-20-02-2017,1093.html>>. Acesso em: 08 abr. 2020.

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, F.P. 2013. Adequação de doses de fungicidas, volume de calda e intervalo de aplicação no controle da mancha preta dos citros. 42 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Silva Junior, G.J. 2018. **Manual de pinta preta**: medidas essenciais de controle. Araraquara: Fundo de Defesa da Citricultura. 28 p.

Silva Junior, G.J., Spósito, M.B. 2014. **Pinta preta**: medidas essenciais de controle. Araraquara: Fundo de Defesa da Citricultura. 22 p.

Silva Junior, G.J., Behlau, F., Bassanezi, R.B., Lopes, S.A. 2015. Doenças limitantes na citricultura brasileira: manejo atual e perspectivas. In: Colmán, A.A., Barros, A.V., Machado, F.J., Silva, M.A., Caires, N.P., Soares, P.A. (Ed.). **Doenças em espécies florestais e frutíferas**. Viçosa: Ed. UFV. p. 83-112.

Silva Junior, G.J., Feichtenberger, E., Spósito, M.B., Amorim, L., Bassanezi, R.B., Goes, A. 2016a. **Pinta preta dos citros**: a doença e seu manejo. Araraquara: Fundo de Defesa da Citricultura. 208 p.

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

Souza, V.K. 2018. Influência do cancro cítrico nas características do fruto e qualidade do suco de laranja. 38 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Spósito, M.B. 2003. Dinâmica temporal e espacial da mancha preta (*Guignardia citricarpa*) e quantificação dos danos causados à cultura dos citros. 112 f. **Tese de Doutorado**. Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo.

Spósito, M.B., Amorim, L., Belasque Júnior, J., Bassanezi, R.B., Aquino, R. 2004. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira** 29:81-85.

Sutton, B.C., Waterston, J.M. 1966. *Guignardia citricarpa*. **Commonwealth Mycological Institute**. p. 1-2. (Descriptions of Pathogenic fungi and bacteria, 85).

Vinhas, T. 2011. Controle químico da *Guignardia citricarpa*, agente causal da mancha preta dos citros em frutos de laranja 'Valência'. 30 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.