

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

**INFLUÊNCIA DE FONTES E DOSES DE FUNGICIDAS
CÚPRICOS E ESTROBILURINAS APLICADAS EM
CONSONÂNCIA COM EVENTOS CHUVOSOS NO CONTROLE
DA MANCHA PRETA DOS CITROS**

Danilo Franco
Engenheiro Agrônomo

2017

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

**INFLUÊNCIA DE FONTES E DOSES DE FUNGICIDAS
CÚPRICOS E ESTROBILURINAS APLICADAS EM
CONSONÂNCIA COM EVENTOS CHUVOSOS NO CONTROLE
DA MANCHA PRETA DOS CITROS**

**Danilo Franco
Orientador: Prof. Dr. Antonio de Goes**

**Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias -
Unesp, Câmpus de Jaboticabal,
como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Produção Vegetal)**

2017

F825i Franco, Danilo
Influência de fontes e doses de fungicidas cúpricos e estrobilurinas aplicadas em consonância com eventos chuvosos no controle da mancha preta dos citros / Danilo Franco. -- Jaboticabal, 2017

xvii, 54 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017

Orientador: Antonio de Goes

Banca examinadora: Tais Ferreira de Almeida, Rita de Cássia Panizzi, Gabriella Souza Cintra, Walter Maldonado Júnior

Bibliografia

1. *Citrus sinensis*. 2. *Phyllosticta citricarpa*. 3. Controle químico. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.952:634.3

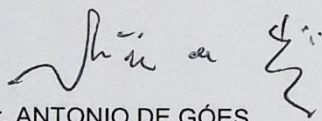
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: INFLUÊNCIA DE FONTES E DOSES DE FUNGICIDAS CÚPRICOS E ESTROBILURINAS APLICADAS EM CONSONÂNCIA COM EVENTOS CHUVOSOS NO CONTROLE DA MANCHA PRETA DOS CITROS

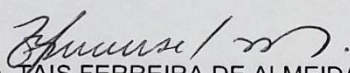
AUTOR: DANILO FRANCO

ORIENTADOR: ANTONIO DE GÓES

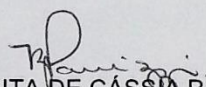
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



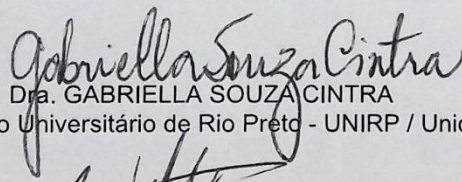
Prof. Dr. ANTONIO DE GÓES
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal



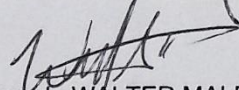
Profa. Dra. FAIS FERREIRA DE ALMEIDA
Agencia Goiana de Assistência Técnica / EMATER / Goiânia/GO



Profa. Dra. RITA DE CÁSSIA PANIZZI
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Profa. Dra. GABRIELLA SOUZA CINTRA
Centro Universitário de Rio Preto - UNIRP / Unidade I - São José do Rio Preto/SP



Pós-doutorando WALTER MALDONADO JÚNIOR
Departamento de Ciências Exatas / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 13 de novembro de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DANILO FRANCO – Nascido no dia 07 de novembro de 1981, em Olímpia, Estado de São Paulo. Obteve o título de Engenheiro Agrônomo pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, em 2005. Durante a graduação foi bolsista do PET, Programa de Educação Tutorial, onde foram desenvolvidas atividades de ensino, pesquisa e extensão. Também foi estagiário na área de Fruticultura do Departamento de Produção Vegetal. Desenvolveu seu estágio curricular para conclusão do curso de graduação na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro. Na mesma Instituição obteve o título de Mestre em Agronomia pelo programa de Produção Vegetal, em 2008. Após a conclusão passou a trabalhar na Farm Assistência Técnica S/S Ltda, empresa a qual se tornou sócio/proprietário. Foi membro do Grupo Técnico de Assistência e Consultoria em Citros – GTACC, no período entre outubro de 2008 a outubro de 2013. Atualmente é responsável técnico pela Estação Experimental da Farm Assistência Técnica, credenciada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, onde desenvolve e coordena trabalhos de avaliação da eficiência e praticabilidade agronômica de fertilizantes, agrotóxicos e afins.

“Eu espero que eu sempre possua firmeza e virtude suficientes para manter o que eu considero o mais invejável de todos os títulos, o caráter de um homem honesto.”

George Washington

Dedicatória

Dedico aos meus pais, Venício e Adelina pois, durante toda minha vida, não pouparam esforços para me ensinar a educação e o respeito ao próximo, assim como respeitaram minhas escolhas e me incentivaram a seguir sempre em frente.

Dedico a minha esposa, Camila pelo amor oferecido todos os dias, pela família que formamos e pelo incentivo aos meus estudos no Doutorado.

Dedico ao meu filho, Mateus por estar me ensinando o que realmente é importante na vida, o amor e a felicidade.

Dedico também à memória da minha irmã, Gerusa de quem, sinto muita saudade.

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, Deus, porque, por tua bondade e misericórdia, nos tem sido possível vencer as dificuldades interpostas em nosso caminho.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Antonio de Goes, por me aceitar como Orientador, por prover ideias, ensinamentos e correções a todas minhas atividades da pós-graduação, com os quais foi possível a elaboração dessa Tese.

Ao programa de pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal).

Aos meus amigos de trabalho da Farm Assistência Técnica, Leandro, Ramiro, Sérgio, Cecília e Jessie, que me incentivaram e compreenderam minha divisão de tempo entre os estudos e a Empresa.

A todos os estagiários, que durante este período me auxiliaram na condução dos experimentos, em especial ao Sérgio Angolini, que participou de praticamente todas as avaliações realizadas.

Aos produtores que disponibilizaram as áreas para condução dos ensaios, Louis Dreyfus Commodities, Venício Franco, e Senhores Oswaldo e Imar Darne.

Às empresas BASF S.A., Mitsui e Kocide LLC pelo fornecimento de produtos e suporte à realização dos Experimentos.

À Fernanda Dias Pereira e Eduardo Fonseca, pelo auxílio e preparo das suspensões de conídios utilizadas nos estudos.

Aos demais professores do Departamento de Fitossanidade, funcionários e alunos, pelos conselhos e experiências passadas nos bate-papos de corredor.

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| LISTA DE TABELAS | x |
| LISTA DE FIGURAS | xii |
| RESUMO..... | xiii |
| ABSTRACT | xvi |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1 Importância da citricultura | 4 |
| 2.2 Importância das doenças de plantas..... | 4 |
| 2.3 Histórico e importância da Mancha preta dos citros..... | 5 |
| 2.3.1 Etiologia e epidemiologia da mancha preta dos citros..... | 7 |
| 2.3.2 Controle da mancha preta dos citros | 9 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 13 |
| 3.1 Experimento 1 – Efeito de doses de fungicidas cúpricos no controle da mancha preta dos citros..... | 13 |
| 3.2 Experimento 2 – Efeito protetor de diferentes fontes e doses de fungicidas cúpricos sobre infecção de <i>Phyllosticta citricapa</i> em frutos de laranja 'Pera' | 15 |
| 3.3 Experimento 3 – Efeito da aplicação de fungicidas estrobilurinas condicionada a eventos chuvosos no controle da mancha preta dos citros . | 18 |

| | | |
|-----|---|----|
| 4 | RESULTADOS..... | 21 |
| 4.1 | Experimento 1 – Determinação do efeito de doses de fungicidas cúpricos no controle da mancha preta dos citros..... | 21 |
| 4.2 | Experimento 2 – Efeito protetor de diferentes fontes e doses de fungicidas cúpricos sobre infecção de <i>Phyllosticta citricapa</i> em frutos de laranjeira ‘Pera’..... | 27 |
| 4.3 | Experimento 3 – Efeito da aplicação de fungicidas estrobilurinas condicionada a eventos chuvosos no controle da mancha preta dos citros . | 29 |
| 5 | DISCUSSÃO..... | 36 |
| 6 | CONCLUSÃO | 43 |
| 7 | REFERÊNCIAS..... | 44 |

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Descrição dos tratamentos (fonte e concentração de cobre metálico) avaliados no controle da mancha preta dos citros, em laranja 'Pera', sob condições naturais de infecção em Olímpia, SP. 13
- Tabela 2. Produtos, doses e critérios de determinação do intervalo entre aplicações de estrobilurinas, para aplicação em laranja 'Folha murcha', na safra 2015/2016. Paraíso/SP, 2017. 19
- Tabela 3. Respostas das diferentes doses e fontes de fungicidas cúpricos na incidência de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) em frutos de laranja 'Pera' na safra 2015/2016, em Olímpia/SP..... 22
- Tabela 4. Respostas das diferentes doses e fontes de fungicidas cúpricos na severidade de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) em frutos de laranja 'Pera' na safra 2015/2016, em Olímpia/SP..... 24
- Tabela 5. Área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) e produtividade de laranja 'Pera' em função das doses e fontes dos fungicidas cúpricos, na safra 2015/2016. Olímpia/SP, 2017..... 25
- Tabela 6. Regressão pela análise de variância da área abaixo da curva de progresso da severidade da MPC (*Phyllosticta citricarpa*), em laranja 'Pera', para cada fungicida cúprico em função da dose utilizada, na safra 2015/2016. Olímpia/SP, 2017. 26

- Tabela 7. Incidência (expressa pela porcentagem de frutos sintomáticos) e severidade (índice de doença) de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) em frutos de laranjeira 'Pera' em função das doses, fontes dos fungicidas cúpricos e tempo em dias após a aplicação, na safra 2015/2016. Olímpia/SP, 2017..... 28
- Tabela 8. Quantidades de piraclostrobina e azoxistrobina ativos aplicados por ano, em plantas da variedade x, para cada Tratamento, na safra 2015/2016. Paraíso/SP, 2017. 29
- Tabela 9. Influência da aplicação de piraclostrobina condicionada a eventos chuvosos na incidência de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) em frutos de laranjeira 'Folha murcha', na safra de 2015/2016. Paraíso/SP, 2017. 33
- Tabela 10. Influência da aplicação de piraclostrobina condicionada a eventos chuvosos na severidade de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*), em frutos de laranjeira 'Folha murcha', na safra de 2015/2016. Paraíso/SP, 2017. 34
- Tabela 11. Área abaixo da curva de progresso da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*), calculada a partir dos dados acumulados da da incidência e severidade de sintomas em frutos de laranjeira 'Folha murcha', sob diferentes intervalos entre aplicações de estrobilurinas, na safra de 2015/2016. Paraíso/SP, 2017. 35

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Escala diagramática para avaliação da severidade de sintomas da mancha preta dos citros (SPÓSITO et al., 2004). A - sintomas de mancha dura e B - sintomas de falsa melanose. 15
- Figura 2. Vista geral de frutos de laranjeira 'Pera' ensacados com papel semi-kraft. Olímpia/SP, 2017. 17
- Figura 3. Representação gráfica do modelo de regressão linear para a variável área abaixo da curva de progresso da severidade dos sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*), em laranjeira 'Pera', para cada fungicida cúprico em função da dose de cobre metálico utilizada. A-Hidróxido de cobre; B-Oxicloreto de cobre; C- Óxido cuproso, na safra 2015/2016. Olímpia/SP, 2017. 26
- Figura 4. Cronograma das aplicações dos tratamentos com fungicidas cúpricos e estrobilurinas, T2- Intervalo fixo de 14 dias entre aplicações; T3- Intervalo mínimo de 14 dias, porém com aplicação associada ao próximo evento de chuva; T4- Intervalo mínimo de 35 dias, porém com aplicação associada ao próximo evento de chuva; T5, T6 e T7- Intervalo fixo de 42 dias entre aplicações para controle de *Phyllosticta citricarpa* em laranjeira Folha Murcha. Paraíso/SP, 2017. 30

INFLUÊNCIA DE FONTES E DOSES DE FUNGICIDAS CÚPRICOS E ESTROBILURINAS APLICADAS EM CONSONÂNCIA COM EVENTOS CHUVOSOS NO CONTROLE DA MANCHA PRETA DOS CITROS

RESUMO - Neste estudo, foram realizados três experimentos (E1, E2 e E3). Os dois primeiros experimentos (E1 e E2) referem-se a avaliações da eficiência dose-resposta dos fungicidas hidróxido de cobre (HC), oxicloreto de cobre (OC) e óxido cuproso (OCp), aplicados nos estádios F1 e F2, no controle de *Phyllosticta citricarpa*, agente causal da mancha preta dos citros (MPC). E, no terceiro experimento (E3), foi avaliada a influência da aplicação de piraclostrobina em consonância com eventos chuvosos, no controle da MPC. Em E1 e E2 os fungicidas e dosagens avaliadas foram (g de cobre metálico 100 L⁻¹ de calda): HC (43,7; 35,0; e 26,2; OC (100,8; 90,7; e 68,0) e; OCp (90,0; 56,3; e 42,2). No experimento E1 foram utilizadas plantas de laranjeira 'Pera', sob condições naturais de infecção, em Olímpia/SP. Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de 33 plantas. Os fungicidas foram aplicados mediante turbopulverizador e vazão de 135 mL de calda m⁻³ de copa. Posteriormente, em todos os tratamentos, a partir do estádio F4 foram realizadas quatro aplicações de azoxistrobina a 75 g de i.a. 2.000 L⁻¹, em intervalo de 42 dias. Foram realizadas quatro avaliações mensais, de agosto a novembro, amostrando-se casualmente 100 frutos nas seis plantas centrais da parcela, determinando-se a incidência (I) e severidade dos sintomas mediante escala de notas. A partir dos dados de severidade dos sintomas foi determinado o índice de doença (ID). Com os dados de ID, ao longo do tempo, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Em E2 foram empregadas plantas de laranjeira 'Pera', também em Olímpia/SP. Os tratamentos avaliados foram semelhantes aos anteriormente citados, sendo, porém, aplicados com pulverizador manual do tipo "De Vilbs", com volume suficiente para cobertura uniforme dos frutos. Foi adotado o delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 10 tratamentos, sendo nove combinações de fungicidas cúpricos e uma testemunha, sem fungicida) x 5 (épocas de inoculação) e 4 (repetições).

Cada parcela foi constituída por 20 frutos previamente ensacados com papel semi-kraft, no estádio F1. Posteriormente, no estádio F4, procedeu-se remoção dos sacos de papel, seguido do tratamento dos frutos exclusivamente com fungicidas cúpricos. O tratamento dos frutos deu-se mediante sua imersão, durante x segundos, na calda fungicida acrescida de óleo mineral a $x\%$. Posteriormente, após secagem da calda procedeu-se o reensacamento dos frutos. A seguir, em intervalo semanal, entre 0 a 28 dias após o tratamento, foi realizada inoculação mediante aspersão de suspensão contendo 10^4 conídios mL^{-1} . Na avaliação, realizada quando da colheita da maturação dos frutos, foram determinados os valores de I e ID. O experimento E3 foi realizado em pomar comercial de laranjeira 'Folha Murcha', no município de Paraíso/SP. Inicialmente, nos estádios F1 e F2 foram realizadas duas aplicações de oxiclóreto de cobre (90 g de cobre metálico 100 L^{-1} de calda). Os tratamentos avaliados foram: aplicação do fungicida piraclostrobina em intervalo de 14 dias entre si, na dose de 25 g 2000 L^{-1} ; aplicação de piraclostrobina, na dose de 75 g 2000 L^{-1} após o primeiro evento de chuva ocorrido 14 dias após a última aplicação do tratamento; aplicação de piraclostrobina, na dose de 75 g 2000 L^{-1} após o primeiro evento de chuva, ocorrido 35 dias após a última aplicação do tratamento; aplicação de piraclostrobina, com intervalo de 42 dias entre si nas doses de 50 e 75 g 2000 L^{-1} . Esses tratamentos foram comparados com o tratamento padrão de azoxistrobina, na dose de 75 g 2000 L^{-1} , aplicado em intervalo de 42 dias. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, e cada parcela foi constituída por 66 plantas. As condições operacionais adotadas para aplicação dos fungicidas foram semelhantes às adotadas em E1, porém com 150 mL de calda m^{-3} de copa. Os critérios de avaliações foram semelhantes aos citados em E1, em intervalos mensais, de setembro a janeiro. Concluiu-se que os fungicidas HC, OC e OCp nas doses de 43,7, 90,7 e 56,3 g de cobre metálico 100 L^{-1} , respectivamente, aplicados nos estádios F1 e F2, complementado por aplicações de azoxistrobina, foram igualmente eficientes no controle de MPC. A eficiência do efeito protetor dos fungicidas cúpricos foi constatada por pelo menos 28 dias após a sua aplicação. Porém, a maior eficiência dos fungicidas cúpricos deu-se quando da sua aplicação previamente à inoculação de *P. citricarpa*. Aplicações de piraclostrobina a 75 g de i.a. 2000 L^{-1} em intervalo de no mínimo 14 dias entre eventos chuvosos resultaram

em maior controle da doença, quando comparado aos demais intervalos e doses de piraclostrobina e a azoxistrobina, na dose de 75 g 2.000 L-1, em intervalo fixo de 42 dias, com conseqüente redução da incidência e severidade de sintomas de MPC.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, *Phyllosticta citricarpa*, piraclostrobina, hidróxido de cobre, oxicloreto de cobre, óxido cuproso

**INFLUENCE OF COPPER FUNGICIDES SOURCES AND RATES AND
STROBILURINS FUNGICIDES APPLIED IN CONSONANCE OF RAIN
EVENTS IN THE CITRUS BLACK SPOT CONTROL**

ABSTRACT - In this study, three experiments were performed (E1, E2 and E3). The first two experiments refer to the rate-response efficiency of the fungicides copper hydroxide (HC), copper oxychloride (OC) and cuprous oxide (OCp) in the control of *Phyllosticta citricarpa*, causal agent of citrus black spot (CBS). And the third (E3) the influence of pyraclostrobin application was evaluated in consonance with rainy events. In E1 and E2 the evaluated rates were: HC (43.7; 35.0; and 26.2 g of metallic copper 100L⁻¹); OC (100.8, 90.7, and 68.0 g of metallic copper 100L⁻¹); OCp (90.0, 56.3, and 42.2 g of metallic copper 100L⁻¹). The experiment (E1) was conducted under natural infection by *P. citricarpa* in 'Pera' sweet orange planted in Olímpia/SP. A randomized blocks design was used, with four replications. Each plot was represented by 33 plants. The fungicides were applied in stages F1 and F2 by turbosprayer and 135 ml m⁻³ of the tree canopy. Subsequently, in F4 stage, all treatments were treated with azoxystrobin at 75 g 2000 L⁻¹, four times in a 42-day interval. Four monthly evaluations were performed, from August to November, evaluating 100 fruits to determining the incidence and symptoms severity. Data were used to determined area under disease progress curve (AUDPC). In E2, a 'Pera' sweet orange plants were used, also located in Olímpia/SP. The treatments evaluated were similar those previously in E1, but were applied by a manual "De Vilbs" sprayer, with sufficient volum for uniform fruit coverage. A randomized blocks design were used in a factorial arrangement of 10 treatments (9 copper fungicides treatments and one untreated check) x 5 (inoculation times) and 4 (replicates). Each plot was formed by 20 pre-bagged fruits with semi-kraft paper in the F1 stage. In the F4 stage the bags were removed and the fruits sprayed exclusively with copper fungicides. Subsequently, in a weekly interval from 0 to 28 days after application at inoculation with suspension spray containing 10⁴ conidia mL⁻¹ was performed. In the harvest time an evaluation was performed and the values of I and DI were determined. E3 was carried out in a commercial 'Folha Murcha' sweet orange orchard, in Paraíso/SP. Initially, in stages F1 and F2, two applications of copper oxychloride based on 90 g of metallic copper 100

L⁻¹ were performed. The treatments evaluated were: application with 14 days fixed interval in the pyraclostrobin rate of 25 g 2000L⁻¹; application of 75 g 2000L⁻¹ after the first rain event occurred 14 days after the last fungicide application; application of 75 g 2000L⁻¹ after the first rain event occurred 35 days after the last fungicide application; application with 42 days fixed interval of 50 and 75 g 2000L⁻¹. These treatments were compared with the standard treatment with 42 days fixed interval of azoxystrobin at rate 75 g 2000L⁻¹. A randomized blocks design was used with 66 plants per plot. The fungicides applications were similar that in E1, but with 150 mL m⁻³ of canopy volume. The evaluations were similar that in E1, in monthly intervals, from September to January, in the ten central plants per plots. It was concluded that the fungicides HC, OC and OCp in the rates of 43.7, 90.7 and 56.3 g of metallic copper 100 L⁻¹, respectively, applied in stages F1 and F2, complemented by applications of azoxystrobin, were equally efficient to control CBS. The protective effect of the copper fungicides was maintained until 28 days after treatment. However, the best response was obtained when inoculating *P. citricarpa* immediately after copper fungicides treatment. The 75 g 2000L⁻¹ of pyraclostrobin application after the first rainy event occurred at least 14 days from the last fungicide application resulted in a greater reduction in the incidence and severity of CBS symptoms.

Keywords: *Phyllosticta citricarpa*, *Citrus sinensis*, pyraclostrobin, copper hydroxide, copper oxychloride, cuprous oxide

1 INTRODUÇÃO

A mancha preta dos citros (MPC), causada por *Phyllosticta citricarpa* McAlpine 1973 (teleomorfo: *Guignardia citricarpa* Kiely), pode provocar danos quantitativos, com queda prematura dos frutos, antes de atingirem a maturação, e qualitativos, que vão desde a depreciação do produto, até o impedimento na exportação para países onde a doença encontra-se indene (SILVA JÚNIOR et al., 2016).

O mercado importador de frutos cítricos é muito atraente, e é representado, em maior parte, pelos países integrantes da União Europeia. Neste Bloco econômico, ainda que *P. citricarpa* tenha sido recentemente encontrado em folhas de laranjeiras doces (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) e limoeiros (*Citrus limon* (L.) Burm) de plantas localizadas na Itália, Malta e Portugal, dada à sua ausência de patogenicidade (GUARNACCIA et al., 2017), a MPC permanece como doença quarentenária. Nesse continente, portanto, permanece inalterada a legislação específica para *P. citricarpa* suportada por um rigoroso sistema de vigilância fitossanitária (EFSA PLH, 2014).

Os sintomas da MPC são limitados à casca dos frutos e não afetam negativamente a qualidade do suco (FAGAN; GOES, 2000). Existem duas fontes de inóculo que levam à expressão dos sintomas: os picnidiósporos e os ascósporos (McONIE, 1964; JONNSTON; SUTTON; WATERSTON, 1966; FULLERTON, 1998). Os conídios são formados principalmente nas lesões dos frutos sintomáticos, em galhos secos em folhas sintomáticas, sendo, porém, em menor quantidade e com baixa importância epidemiológica (OLIVEIRA SILVA et al., 2017). Os ascósporos são formados nas folhas caídas, e resultam dos pseudotécios desenvolvido quando da alternância de molhamento e secamento das folhas nas fases que antecedem ao seu apodrecimento (SPÓSITO et al., 2011).

Os frutos cítricos são suscetíveis por todo o período de permanência na planta (AGUIAR et al., 2012), sendo, porém, mais suscetíveis nas primeiras 24 semanas após a queda das pétalas. O longo período de suscetibilidade dos frutos representa uma dificuldade natural de controle da doença, quer seja pela exposição frequente dos frutos às diferentes fontes de infecção, quer pela

distribuição aleatória do inóculo, ou pelo grande número de pulverizações com fungicidas, necessárias para o controle do patógeno.

O controle de MPC baseia-se na aplicação de fungicidas, associado a práticas culturais. O controle químico é feito com a aplicação de fungicidas cúpricos nos estádios F1 (com todas as pétalas caídas e frutos com diâmetro entre 3 e 5 mm) e F2 (frutos em desenvolvimento com diâmetro entre 5 e 10 mm) (STOLLER, 2010), em intervalo de 21 a 28 dias, complementado com fungicidas do grupo das estrobilurinas, aplicados em intervalo de 35 a 42 dias (SILVA JÚNIOR et al., 2016a). Práticas culturais como poda de galhos secos, com redução da disponibilidade de conídios, e da supressão da formação dos ascósporos nas folhas caídas mediante emprego de roçadeira ecológica são práticas complementares de controle da doença (BELLOTTE et al., 2009).

A eficiência do controle químico é dependente da distribuição uniforme e em quantidade adequada da calda fungicida, em intervalos adequados entre as aplicações (MOTTA, 2009; AGUIAR et al., 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2016b).

O nível de rigor do controle da MPC é variável e dependente do destino final dos frutos. Para o processamento industrial é permitido a existência de sintomas em níveis que não culminem em queda precoce dos frutos (FAGAN; GOES, 2000). Por outro lado, para o caso de frutos para o mercado in natura é necessário que os frutos apresentem boa qualidade e qualidade de casca, ou absolutamente assintomáticos quando destinados à exportação para os países da Comunidade Europeia (EFSA PLH, 2014).

A dispersão natural dos conídios dá-se via água da chuva, com a sua distribuição vertical descendente, enquanto os ascósporos podem ser ejetados e disseminados pelo vento (REIS; TIMMER; GOES, 2006; SPÓSITO et al., 2011; MARTÍNEZ-MINAYA et al., 2015). No primeiro caso, a abrangência dos conídios estende-se por pequenas distâncias, normalmente menos de 80 cm da fonte, enquanto no segundo caso a capacidade de abrangência é maior, porém não excedendo a cinco quilômetros (SPÓSITO et al., 2011). A presença de um filme de água, por 8 a 12 horas, é também importante para a germinação e início do processo infeccioso (NORONHA, 2002; PERRYMAN; CLARK; WEST, 2014). Períodos longos de estiagem são desfavoráveis ao sucesso de infecções de *P. citricarpa*. Por outro lado, chuvas frequentes e intermitentes, independentemente da sua intensidade, contribuem

positivamente para o incremento de incidência e de severidade dos sintomas de MPC.

Um dos fatores responsáveis pela grande dificuldade de controle de MPC deve-se ao assentamento aleatório do inóculo, alcançando frutos em qualquer parte da planta (MARTÍNEZ-MINAYA et al., 2015). Aliado a isso, a ocorrência frequente de chuvas no período de alta suscetibilidade dos frutos, nos meses da primavera e verão, na região citrícola do Estado de São Paulo, também é um fator adicional e relevante quanto à dificuldade de controle adequado da doença.

Em vista do exposto, os objetivos desse estudo foram: 1) avaliar doses-resposta de três fontes de fungicidas cúpricos, aplicados nos estádios F1 e F2, sob condições naturais e artificiais de infecção e; 2) o efeito da aplicação sincronizada de fungicida estrobilurina segundo intervalos de eventos chuvosos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da citricultura

A citricultura inclui-se como uma dos mais importantes segmentos da cadeia do agronegócio brasileiro, tanto do ponto econômico, como social. Nesta cadeia, o Brasil é um dos maiores destaques no agronegócio mundial (AGRIANUAL, 2017).

A laranja é uma das frutíferas mais cultivadas, conhecida e estudada no mundo. No Brasil, a citricultura conta com aproximadamente 12 mil produtores de laranja (KALAKI; NEVES, 2017), com o cultivo na safra 2017/2018 de cerca de 191,69 milhões de árvores (FUNDECITRUS, 2017).

O sistema agroindustrial citrícola brasileiro tem base consolidada e se constitui numa excelente plataforma para o desenvolvimento econômico e social (KALAKI; NEVES, 2017).

No Brasil, o maior parque citrícola encontra-se alicerçado no Estado de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro, cuja área aproximada é de 415.232 hectares. Nestas áreas, a estimativa de produção para a safra 2017/2018 é de 374,06 milhões de caixas (FUNDECITRUS, 2017), 52,5% superior à safra 2016/2017, na qual foram produzidas 245,31 milhões de caixas.

A maior parte da produção de citros no Brasil é representada por laranjas, das quais mais de 60% são destinadas ao processamento industrial, para produção de suco. A produção brasileira de suco de laranja foi a ordem de 57% da produção mundial, sendo 98% exportado, conferindo ao Brasil 74% de participação no mercado mundial (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2017).

2.2 Importância das doenças de plantas

No processo evolutivo, as espécies vegetais coevoluíram com inúmeras outras espécies de fungos, bactérias, entre outros. Nesse processo, a interação entre alguns pares dá origem ao que se consideram doenças de plantas, com

consequente desordem fisiológica ou anormalidade estrutural deletéria à planta ou para alguma de suas partes ou produtos. Essas mudanças podem resultar em dano parcial ou até morte da planta (SAVARY et al., 2017).

Os fungos são responsáveis pelo maior número de doenças de plantas cultivadas (AGRIOS, 2009). E algumas plantas podem ser hospedeiras suscetíveis a vários fungos fitopatogênicos (AGRIOS, 2005). Nas plantas, as doenças podem ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento, resultando em danos fisiológicos ou econômicos a níveis muito variáveis, em pré ou em pós-colheita (AGRIOS, 2005).

2.3 Histórico e importância da Mancha preta dos citros

No mundo, há dezenas de doenças relatadas em citros, causadas por fungos, bactérias, vírus, viróides e outros (TIMMER et al., 2000). Algumas doenças são altamente limitantes à produção, seja pelos prejuízos causados ou pela grande dificuldade de controle do agente causal. Dentre tais doenças inclui-se a Mancha preta dos citros (MPC), descrita pela primeira vez na Austrália, em 1895 (SUTTON; WATERSTON, 1966) e, posteriormente, na África do Sul, em 1925 (KOTZÉ, 1964). Atualmente, essa doença encontra-se assinalada em vários países continentais como África, Ásia, Oceania (KIELY, 1948a,b; KOTZÉ, 2000; EPPO, 2017), América do Sul, Norte, e Caribe (TIMMER et al., 2000; SCHUBERT et al., 2010; HIDALGO e PÉREZ, 2010; SILVA JUNIOR et al., 2016).

No Brasil, há um consistente e diferenciado histórico de identificação de doenças associadas às plantas cítricas. Muitas dessas doenças causaram ou continuam causando muito prejuízo, além de serem responsáveis pela revisão e implementação de refinados procedimentos de manejo.

A MPC, ou Pinta preta, como também é designada, no Brasil, foi efetivamente descrita na década de 80 em frutos de tangerineiras na Baixada Fluminense, nos municípios de Itaboraí e São Gonçalo, no Estado do Rio de Janeiro (ROBBS; PIMENTEL; RIBEIRO, 1980). Entretanto, anteriormente, em 1938, sintomas atribuídos a essa doença foram descritos em associação com

frutos de laranja em uma feira livre em Piracicaba, SP (AVERNA-SACCÁ, 1940).

Efetivamente, no Estado de São Paulo, a MPC foi verificada em níveis alarmantes a partir de 1992, em limões e laranjas de maturação tardia, nos municípios de Conchal e Engenheiro Coelho, no Estado de São Paulo (GOES; FEICHTENBERGER, 1993). Nos anos subsequentes a expansão da MPC deu-se de forma rápida estando atualmente presente em todos os Estados da região Sudeste (ROBBS et al. 1990; GOES e FEICHTENBERGER, 1993; COSTA et al., 2003; BALDASSARI et al., 2004), Sul (FEICHTENBERGER, 1996; ANDRADE et al., 2004; CAIXETA et al., 2005; NUNES et al., 2006), e em parte dos Estados das regiões Centro-Oeste (AGRODEFESA, 2015), Norte (GASPAROTTO et al., 2004; VIEIRA JÚNIOR et al., 2010) e Nordeste (SILVA JUNIOR et al., 2016a).

A MPC causa elevados prejuízos por afetar quantitativa e qualitativamente a produção de citros. Os danos quantitativos estão associados à queda prematura dos frutos, antes que atinjam a maturação ideal, ainda inapropriados para o consumo ou para a produção de suco, com conseqüente redução da produtividade das plantas (FAGAN; GOES, 1999; CATAPANI, 2015). A quantidade de queda pode variar de 17,6 e 84,4% (SILVA JÚNIOR et al., 2016a). Segundo estes autores, a grande variabilidade nos níveis de perdas está associada à idade das plantas, cuja incidência e severidade de sintomas nos frutos são normalmente mais elevados nas plantas mais velhas.

A MPC causa depreciação dos frutos para o mercado *in natura* e limita as exportações (SILVA JÚNIOR et al., 2016a), devido ao fato da doença ser classificada como quarentenária A1 na União Europeia. Para os países desse Bloco, tradicionais importadores de citros *in natura*, as instruções normativas referentes aos serviços quarentenários são aplicados com rigorosamente, com tolerância zero à importação de frutos com sintoma da MPC (EFSA PLH, 2014). Recentemente, no entanto, o fungo *P. citricarpa*, Gênero causal da doença, foi isolado de folhas de laranjeiras e limões coletadas na Itália, Malta e Portugal (GUARNACCIA et al., 2017). Tais isolados, entretanto, não exibiram patogenicidade. A patogenicidade desses isolados não foi constatada. Presume-se que as condições ambientais prevalecentes nas regiões produtoras de citros na Europa, assim como parte da Florida e Texas, nos

Estados Unidos, sejam componentes limitantes ao desenvolvimento da MPC, conforme estudos de simulação realizados por vários investigadores (SCHUBERT et al., 2010; YONOW; HATTINGH; VILLIERS, 2013).

Todas as espécies cítricas de importância econômica são suscetíveis ao fungo (KOTZÉ, 1981). A doença é, no entanto, mais impactante em limões (*Citrus limon* (L.) Burm) e laranjeiras doces, especialmente as de maturação tardia (FEICHTENBERGER, 1996). A lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Osbeck) é considerada insensível ao fungo, já que o mesmo desenvolve em folhas, porém não induzem à expressão de sintomas nos frutos (BALDASSARI; WICKERT; GOES, 2008).

2.3.1 Etiologia e epidemiologia da mancha preta dos citros

A MPC é causada pelo fungo *Phyllosticta citricarpa* (McAlp.) Van Der Aa, cuja fase sexuada corresponde a *Guignardia citricarpa* Kiely (KOTZÉ, 1981; BALDASSARI; WICKERT; GOES, 2008). O fungo é específico de espécies cítricas (BAAYEN et al., 2002), causando lesões em folhas, frutos e ramos.

Os ascomas são representados pelos pseudotécios, que somente ocorrem em folhas em decomposição, não sendo encontrados em lesões de folhas aderidas e em frutos sintomáticos (SUTTON; WATERSTON, 1966). Nos pseudotécios são produzidos os ascos, contendo oito ascósporos.

Após a dispersão e deposição sobre a superfície de um fruto ou folha, os ascósporos germinam produzem apressórios, os quais emitem uma delgada hifa de infecção através da cutícula. A hifa de infecção forma, posteriormente, uma pequena massa de micélio entre a cutícula e a parede da epiderme. Nessa forma, o fungo pode permanecer dormente por alguns meses, cuja dormência estende-se até a maturação do fruto. Por essa razão, os sintomas, muitas vezes, desenvolvem-se somente ao término do inverno, ou subsequentemente, após a colheita dos frutos (LARANJEIRA et al., 2005).

As estruturas conidiogênicas são representadas pelos picnídios, os quais são pequenos, pretos e semi-eruptivos. Em corte, tais estruturas são globosas, com 70 a 330 µm de diâmetro (JONNSTON; FULLERTON, 1988). Os

conídios ou picnidiósporos são produzidos internamente nos picnídios (KORF, 1998).

Oliveira Silva et al. (2017) mostraram que ramos sadios ou doentes e/ou senescentes são um reservatório para esse patógeno, locais esse onde há colonização e formação dos picnídios, quando da sua maturidade, forma e libera os picnidiósporos.

O período de incubação de *P. citricarpa* é variável e inversamente proporcional ao desenvolvimento do fruto. Em frutos com 1,5 cm de diâmetro esse período pode se estender por mais de 200 dias, enquanto que em frutos com seu desenvolvimento pleno, acima de 5 cm de diâmetro, esse período encontra-se por volta de 40 dias (AGUIAR et al., 2012). Dessa forma, frutos aparentemente assintomáticos podem vir a apresentar sintomas da doença, mesmo após a sua colheita.

Nas condições brasileiras, são descritos seis tipos de sintomas da MC em citros, a saber: mancha dura, falsa melanose, mancha sardenta, mancha virulenta, mancha rendilhada e mancha trincada (SILVA JÚNIOR et al., 2016a). Dentre os sintomas típicos da mancha preta dos citros, as manchas dura, sardenta e a virulenta são as mais prejudiciais para o citricultor por causarem a queda dos frutos (FAGAN; GOES, 1999).

A expressão dos sintomas de MPC pode ser influenciada pela radiação solar, combinada com altas temperaturas, pelo estresse hídrico, pela idade do fruto e pela condição nutricional da planta (KOTZÉ, 1981). Nos frutos, as lesões ficam limitadas no flavedo (CARDOSO FILHO, 2003), e não interferem na qualidade interna dos mesmos (FAGAN; GOES, 2000).

Com a grande disseminação de *P. citricarpa* por toda região citrícola e o longo período de suscetibilidade dos frutos, aliado às condições climáticas favoráveis, a produção de citros para exportação em áreas não indenizadas representa um grande desafio. A distribuição do inóculo dá-se aleatoriamente (SPÓSITO, 2003), e existe grande dificuldade para a deposição de fungicidas em quantidade (SILVA JÚNIOR et al., 2016b) e nos momentos mais adequados.

2.3.2 Controle da mancha preta dos citros

Devido à falta de material genético com resistência ao patógeno, o controle da MPC alicerça-se na adoção de medidas culturais, como emprego de roçadeiras mecânicas, uso de decompositores e destruição mecânica das folhas caídas no chão (BELLOTTE et al., 2009; SCALOPPI et al., 2012), sempre combinados com o controle químico (SILVA JÚNIOR et al., 2016a).

O controle químico da MPC é embasado no uso de fungicidas cúpricos e estrobilurinas (MOTTA, 2009; VINHAS, 2011; SCALLOPPI et al., 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2016b). Normalmente, os fungicidas cúpricos são aplicados após a queda de pétalas, o que corresponde aos estádios F1 e F2 (STOLLER, 2010), com controle simultâneo de verrugose (*Elsinoe fawcettii* Bitancourt & Jenkins) e melanose (*Diaporthe citri* Wolf) (TIMMER; ZITKO, 1996), seguido de de duas a cinco aplicações de fungicidas estrobilurinas, (SCALLOPPI et al., 2012), estendendo aos períodos de maior suscetibilidade dos frutos (AGUIAR et al., 2012). Boas respostas de controle da doença mediante cinco ou seis aplicações de fungicidas desse grupo foram também reportados previamente por Ikeda (2011). Segundo ScallopPI et al. (2012), para esse grupo de fungicida existe relação positiva entre número crescente de aplicações de estrobilurinas, de duas a cinco aplicações, e os níveis de controle de MPC.

Os fungicidas cúpricos são aplicados em intervalo de 21 a 28 dias e as estrobilurinas em intervalos de 35 a 42 dias (MOTTA, 2009; SILVA JÚNIOR et al., 2016a).

2.3.2.1 Fungicidas cúpricos

São caracterizados por compostos não-sistêmicos que formam uma superfície protetora contra infecções. De uma forma geral interferem em diferentes processos bioquímicos simultaneamente, principalmente através da afinidade com diversas enzimas responsáveis por passos metabólicos vitais para os fungos, ou ainda formando compostos com outros metais pesados (HICHARDSON, 1997).

Na forma de Cu^{+2} , o fungicida cúprico é prontamente acumulado em células de fungos sensíveis, formando complexos com enzimas que possuem grupos sulfidril, hidroxila, amino ou carboxila. Estas enzimas são inativadas, ocorrendo uma desordem generalizada no metabolismo e o rompimento da integridade da parede das células do fungo (RODRIGUES, 2006a).

Fungicida protetor, o cobre normalmente é utilizado como uma camada de cobertura protegendo a planta contra patógenos fúngicos durante a fase de germinação e crescimento. Dessa forma, para serem eficientes, esses produtos devem encontrar-se na superfície a ser protegida, antes da deposição do inóculo (HICHARDSON, 1997). Os produtos à base de cobre devem mostrar-se insolúveis em água, evitando desta forma os efeitos fitotóxicos do íon cobre (HICHARDSON, 1997, RODRIGUES, 2006a).

Nas condições brasileiras, Aguiar et al. (2012) mostraram que longos intervalos sem aplicação de fungicidas, deixando os frutos desprotegidos por período de 28 dias levaram a um incremento de 20% na porcentagem de frutos sintomáticos em relação ao programa completo de proteção com fungicidas. Já na Flórida, onde a MPC encontra-se menos disseminada, e por contar com ambiente menos favorável ao desenvolvimento do fungo, somente aplicações de cobre com intervalos de 23 dias foram suficientes para proporcionar bom controle da doença em frutos de laranjeira (SCHUBERT et al., 2010; YONOW; HATTINGH; VILLIERS, 2013). Em alguns casos, pelas situações apresentadas, tornou dispensável o uso de fungicidas sistêmicos ou os translaminares (HENDRICKS et al., 2013).

Os principais fungicidas cúpricos utilizados na citricultura, no Brasil, são representados por hidróxido de cobre, oxicloreto de cobre e óxido cuproso (SILVA JÚNIOR et al., 2016a).

Nos últimos anos, as formas de uso dos fungicidas cúpricos para controle da MPC passaram por mudanças significativas e assertivamente positivas. Inicialmente as recomendações de uso restringiam-se a dosagens por determinado volume de calda ou o seu correspondente por hectare (FEICHTENBERGER et al., 2001a). Entretanto, atualmente, com as redefinições das estratégias tem sido recomendado o emprego de conteúdo por mm^3 de área foliar (SILVA JÚNIOR et al., 2016a). Contudo, em que pese os avanços tecnológicos obtidos, os resultados de pesquisas realizadas de

forma comparativa entre as diferentes fontes de fungicidas cúpricos no controle de MPC são ainda muito superficiais e inconclusivos.

2.3.2.2 Estrobilurinas

Fungicidas classificados como estrobilurinas, do grupo dos inibidores da quinona oxidase (Qol), também, atuam através da inibição da respiração mitocondrial dos fungos, bloqueando a transferência de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c₁, interferindo na produção de ATP (FRAC, 2017).

Os fungicidas Qol, ainda que não sistêmicos, têm suas moléculas absorvidas pelas folhas de forma gradual e constante, conferindo uma proteção na superfície por tempo mais prolongado, difundindo-se pela folha com distribuição uniforme no tecido onde foi aplicada. Com o aumento da umidade (orvalho, pulverização, chuva, etc.) a redistribuição superficial e a absorção das moléculas são incrementadas. As moléculas deste grupo apresentam, primordialmente, difusão via translaminar (RODRIGUES, 2006a).

Os principais fungicidas do grupo das estrobilurinas utilizados na citricultura, no Brasil, são representados por piraclostrobina, azoxistrobina e trifloxistrobina (SILVA JÚNIOR et al., 2016a).

Apesar de serem moléculas do mesmo grupo químico e de atuarem nos mesmos sítios de adsorção, o formato tridimensional e radicais reativos diferentes entre os princípios ativos podem conferir diferentes níveis de respostas e de controle da doença. Essa diferença foi apresentada por Stammler et al. (2013), que, em estudo in vitro, mostraram que *P. citricarpa* é mais sensível à piraclostrobina em relação à azoxistrobina quando se compara a mesma concentração aplicada em placas contendo colônias de diferentes isolados. Sob condições naturais de infecção Ikeda (2011) relatou o controle mais eficaz, com menor número de frutos sintomáticos, quando do emprego da piraclostrobina, comparado à azoxistrobina e à trifloxistrobina.

No Brasil, dada ao espectro de ação e eficiência, os fungicidas do grupo das estrobilurinas, de forma isolada ou em combinação, são utilizados no controle de várias doenças fúngicas dos citros, desde as fases iniciais de brotação e florescimento, até as fases de formação dos frutos. Nesta cultura, o

uso intenso destes fungicidas ocorre mais frequentemente no florescimento, visando ao controle de *Colletotrichum gloeosporioides* e *C. abscissum*, agentes causais da Podridão floral (GAMA, 2017), e no controle da MPC (SILVA JUNIOR et al, 2016). Este uso frequente desses fungicidas certamente elevam o nível de exposição dos mesmos aos fungos que compõem esses agroecossistemas, podendo advir a perda linear da sua eficiência ou a seleção progressiva de populações resistentes aos princípios ativos. Fatos de natureza semelhantes são notoriamente apontados na literatura e incluem *Podosphaera fusca* e *Pseudoperonospora cubensis* (ISHII et al., 2001) e *Cercospora beticola* (HANSON et al., 2012), dentre outros. Em citros, particularmente no caso de MPC, não há registros de perda de eficiência das moléculas do grupo no controle de MPC.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimento 1 – Efeito de doses de fungicidas cúpricos no controle da mancha preta dos citros

O experimento foi conduzido no município de Olímpia, SP, sob condições naturais de infecção por *P. citricarpa*, na safra 2015/2016, em pomar comercial de laranjeira ‘Pera’ (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), enxertada sobre o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), implantado em 2007, com espaçamento de plantio de 7 x 3,5 metros e conduzidas em sistema de sequeiro. As coordenadas geográficas da área são 20°47'59.86"S e 49°2'36.44"O, altitude 513 metros.

Os tratamentos avaliados, representados pela variação das doses de três fungicidas cúpricos, foram: Kocide WDG Bioactive® (538 g de hidróxido de cobre, Mitsui & Co. Brasil, S.A.), Recop® (840 g de oxicloreto de cobre, Atanor do Brasil) e Redshield 750® (750 g de óxido cuproso, Agrovant Comércio de Produtos Agrícolas Ltda) (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos (fonte e concentração de cobre metálico) avaliados no controle da mancha preta dos citros, em laranjeira ‘Pera’, sob condições naturais de infecção em Olímpia, SP.

| Tratamentos | Concentração g de i.a. kg ⁻¹ | Dose g 100L ⁻¹ de água | |
|------------------------|--|-----------------------------------|-------------------|
| | | Produto formulado | Cobre metálico |
| 1. Hidróxido de cobre | 538 | 125,0 | 43,7 |
| 2. Hidróxido de cobre | 538 | 100,0 | 35,0 |
| 3. Hidróxido de cobre | 538 | 75,0 | 26,2 |
| 4. Oxicloreto de cobre | 840 | 200,0 | 100,8 |
| 5. Oxicloreto de cobre | 840 | 180,0 | 90,7 |
| 6. Oxicloreto de cobre | 840 | 135,0 | 68,0 |
| 7. Óxido cuproso | 860 | 120,0 | 90,0 |
| 8. Óxido cuproso | 860 | 75,0 | 56,3 |
| 9. Óxido cuproso | 860 | 56,3 | 42,2 |
| 10. Testemunha | | | |

i.a. = ingrediente ativo

Os fungicidas foram aplicados mediante turbopulverizador FM Copling®, com ramais simples, 54 bicos MagnoJet®, Modelo DDC 4, difusor 25, com 110 lb pol⁻², com 540 RPM na tomada de força, 1900 RPM, e velocidade de 3,4 km h⁻¹. A vazão média foi de cerca de 7,35 L planta⁻¹, ou o equivalente a 134 mL m⁻³ de copa, dentro da faixa de volume recomendada por Silva Júnior et al. (2016b).

As pulverizações dos fungicidas cúpricos (tratamentos) foram realizadas nos estádios F1 e F2 (STOLLER, 2010), em 02/12/2015 e 23/12/2015. Posteriormente, a partir de 13/01/2016, e estendendo até 19/05/2016, em intervalos de 42 dias, foram realizadas quatro aplicações de Vantigo® (500 g de azoxistrobina, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda) na base de 10 g em 100 litros de água, acrescido de óleo mineral Agefix® (Packblend Indústria e Comércio de Lubrificantes Ltda) a 0,25% (v/v).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com dez tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi formada por três linhas com 11 plantas, totalizando 33 plantas.

As avaliações, realizadas em 10/08, 08/09, 06/10 e 14/11/2016, consistiram na determinação da incidência e severidade dos sintomas em 100 frutos coletados ao acaso, em cada avaliação, nas cinco plantas centrais da linha central da parcela. A severidade dos sintomas foi estimada mediante escala de notas (SPÓSITO et al., 2004) (Figura 1), variando de zero (sem sintomas) a 6 (maior severidade). A partir das notas individuais foi determinado o índice de doença (ID), conforme Wheeler (1969), sendo:

$$ID = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^m i.n_i, \text{ onde}$$

ID = índice de doença; N = número total de frutos avaliados; i = nota da doença, n_i = número de frutos com nota i ; m = nota máxima.

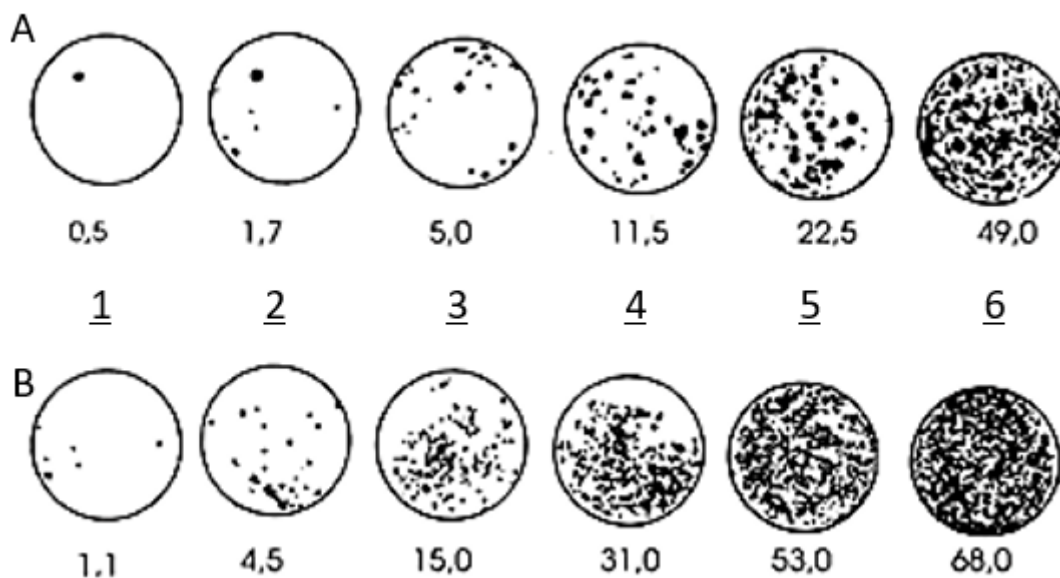


Figura 1. Escala diagramática para avaliação da severidade de sintomas da mancha preta dos citros (SPÓSITO et al., 2004). A - sintomas de mancha dura e B - sintomas de falsa melanose.

A partir dos dados de *ID* e porcentagem de frutos sintomáticos, foi determinada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Campbell; Madden, (1990). A colheita dos frutos foi realizada em 30/11/2016, quando também foi determinada a produtividade em kg de frutos por planta. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade de erro.

3.2 Experimento 2 – Efeito protetor de diferentes fontes e doses de fungicidas cúpricos sobre infecção de *Phyllosticta citricarpa* em frutos de laranja ‘Pera’

O experimento foi conduzido sob condições artificiais de infecção por *P. citricarpa*, no município de Olímpia, a campo, na safra 2015/2016. Foi empregado pomar comercial de laranja ‘Pera’, enxertada sobre citrumelo ‘Swingle’ (*Citrus paradisi* Macf. × *Poncirus trifoliata* L. Raf.) com inter-enxerto de laranja ‘Valencia’, implantado em 2012, com espaçamento de 5,5 x 2

metros e conduzidas em sistema irrigado por gotejamento. As coordenadas geográficas da área são 20°41'57.23"S e 48°59'35.33"O, altitude 528 metros.

Os tratamentos avaliados, representados pela variação das doses de três fungicidas cúpricos, Kocide WDG Bioactive® (538 g de hidróxido de cobre, Mitsui & Co. Brasil, S.A.), Recop® (840 g de oxicloreto de cobre, Atanor do Brasil) e Redshield 750® (750 g de óxido cuproso, Agrovant Comércio de Produtos Agrícolas Ltda), foram os mesmos do experimento 1 e encontram-se apresentados na Tabela 1. Inicialmente, em 23/02/2016, em 100 plantas, cerca de 5.000 frutos no estágio F1 (STOLLER, 2010) foram ensacados e, subsequentemente, em 13/05/2016, no estágio F4 (frutos com 30 a 40 mm de diâmetro), tratados com os fungicidas anteriormente citados. O ensacamento dos frutos foi realizado mediante uso de dupla camada, sendo a mais interna com emprego de saco plástico, sem fundo, evitando o acúmulo de água e apodrecimento dos frutos, e a mais externa com saco de papel semi-kraft (Figura 2), conforme metodologia adotada por Motta (2009), com modificação.

A aplicação dos fungicidas deu-se mediante pulverizador manual do tipo "De Vilbs", com volume suficiente para cobertura uniforme dos frutos. Todos os tratamentos fungicidas foram acrescidos de óleo mineral agrícola Agefix® (Packblend Indústria e Comércio de Lubrificantes Ltda) a 0,25% (v/v). Quando das pulverizações com fungicidas, os sacos de papel foram removidos e subsequentemente recolocados no mesmo dia, após a secagem da calda aplicada. Posteriormente, aos 0, 7, 14, 21 e 28 dias das aplicações dos fungicidas, procedeu-se a abertura temporária dos sacos para a inoculação de suspensão conidial de *P. citricarpa*. A inoculação deu-se mediante aspensão de suspensão contendo 1×10^4 conídios mL⁻¹ de *P. citricarpa*. Após a aspensão da suspensão, os frutos foram reensacados, permanecendo como tal até 31/10/2016, quando da colheita. Cada fruto recebeu somente uma inoculação, com uma data respectiva.



Figura 2. Vista geral de frutos de laranjeira 'Pera' ensacados com papel semi-kraft. Olímpia/SP, 2017.

A suspensão conidial e metodologia de inoculação foram semelhantes às adotadas por Almeida et al. (2008), cujo fungo foi cultivado em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) contido em placas de Petri, e mantido em estufas para B.O.D. a $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, com fotoperíodo alternado (12h luz/12h escuro) por 30 dias. Para obtenção da suspensão conidial sobre as colônias de *P. citricarpa* foram depositados 10 mL de água esterilizada, seguido da raspagem superficial com pincel de cerdas duras. Posteriormente, a suspensão foi filtrada em camada dupla de gaze e ajustada para 1×10^4 conídios mL^{-1} , aferidas em câmara de Neubauer. No momento da inoculação foi adicionada à suspensão suco de laranja (1% v/v) + 10g/L de sacarose (ALMEIDA et al., 2008).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 10 (9 tratamentos fungicidas cúpricos e uma testemunha sem tratamento) x 5 (épocas de inoculação) e 4 (repetições). Cada parcela foi formada por 20 frutos.

A avaliação consistiu na determinação da incidência, em % de frutos sintomáticos, e severidade dos sintomas. A severidade dos sintomas foi estimada mediante escala de notas (SPÓSITO et al., 2004), a partir das quais foi determinado o índice de doença (ID), com a mesma expressão matemática apresentada no item 3.1 (Experimento 1).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott, com 5% de probabilidade de erro.

3.3 Experimento 3 – Efeito da aplicação de fungicidas estrobilurinas condicionada a eventos chuvosos no controle da mancha preta dos citros

O experimento foi implantado na safra 2015/16, no município de Paraíso, SP, sob condições naturais de infecção por *P. citricarpa*. Para tal foi empregado pomar comercial de laranjeira ‘Folha Murcha’, enxertada em limoeiro ‘Cravo’, implantado em 2007, com espaçamento de 7 x 3,5 metros e conduzidas em sistema de sequeiro. As coordenadas geográficas da área são 20°58'3.31"S e 48°46'34.14"O, altitude 507 metros.

Os fungicidas constituintes do experimento foram representados por Comet® (piraclostrobina 250 g L⁻¹, Basf S.A.) e Vantigo® (azoxistrobina 500 g kg⁻¹, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda), associados com Recop® (oxicloreto de cobre 840 g kg⁻¹, Atanor do Brasil). Previamente às aplicações das estrobilurinas, todas as plantas, independente dos tratamentos, incluindo as da testemunha, receberam duas aplicações de Recop® (oxicloreto de cobre 840 g kg⁻¹, Atanor do Brasil), na base de 90 g Cu⁺⁺ em 100 L⁻¹, nos estádios F1 e F2 (STOLLER, 2010), com intervalo de 21 dias entre elas, sendo a primeira em 03/12/2015. Nas aplicações, os fungicidas cúpricos foram acrescidos de óleo mineral Agefix® (Packblend Indústria e Comércio de Lubrificantes Ltda) a 0,25% (v/v).

A aplicação dos fungicidas do grupo das estrobilurinas compuseram os tratamentos que foram: T1- Testemunha, sem aplicação de estrobilurinas; T2- aplicação do fungicida piraclostrobina em intervalo de 14 dias entre si, na dose de 25 g 2000 L⁻¹; T3- aplicação de piraclostrobina, na dose de 75 g 2000L⁻¹ após o primeiro evento de chuva ocorrido 14 dias após a última aplicação do tratamento; T4- aplicação de piraclostrobina, na dose de 75 g 2000L⁻¹ após o primeiro evento de chuva, ocorrido 35 dias após a última aplicação do tratamento; T5 e T6- aplicação de piraclostrobina, com intervalo fixo de 42 dias

entre si nas doses de 50 e 75 g 2000L⁻¹, respectivamente. Esses tratamentos foram comparados com um tratamento padrão T7- aplicação de azoxistrobina, na dose de 75 g 2000L⁻¹, aplicado em intervalo de 42 dias. A descrição dos tratamentos também encontra-se resumida e apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Produtos, doses e critérios de determinação do intervalo entre aplicações de estrobilurinas, para aplicação em laranja 'Folha murcha', na safra 2015/2016. Paraíso/SP, 2017.

| Tratamentos | Dose (g de i.a. 2.000 L⁻¹) | Critério para definir o intervalo entre as aplicações |
|--------------------|--|--|
| 1. Testemunha | - | - |
| 2. piraclostrobina | 25 | Intervalo fixo de 14 dias |
| 3. piraclostrobina | 75 | Primeiro evento de chuva ocorrido após transcorridos 14 dias da aplicação anterior |
| 4. piraclostrobina | 75 | Primeiro evento de chuva ocorrido após transcorridos 35 dias da aplicação anterior |
| 5. piraclostrobina | 75 | |
| 6. piraclostrobina | 50 | Intervalo fixo de 42 dias |
| 7. azoxistrobina | 75 | |

i.a. = ingrediente ativo

Os fungicidas foram aplicados mediante turbopulverizador FM Copling Guliver[®], com capacidade para 4000 litros, com ramais simples e conjunto com 54 bicos TeeJet[®], Modelo TXA 8002, com 110 lb pol⁻², com 540 RPM na tomada de força. Para arraste foi empregado trator New Holland[®], modelo TL 75, a 1900 RPM, e velocidade de 3,2 km h⁻¹. A vazão média foi de cerca de 5,5 L planta⁻¹, ou o equivalente a 150 mL/m³ de copa, conforme indicado por Silva Júnior et al. (2016b).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída por três linhas com 22 plantas, totalizando 66 plantas. Foram utilizadas nas avaliações somente as dez plantas centrais da linha central de cada parcela.

As avaliações foram realizadas em 10/09, 14/10, 18/11, 15/12/2015 e em 11/01/2016. Para avaliação foram coletados, ao acaso, 200 frutos da periferia das dez plantas centrais da parcela.

A avaliação consistiu na determinação da incidência, em porcentagem de frutos sintomáticos, e severidade dos sintomas, determinada mediante escala de notas (Figura 2), conforme SPÓSITO et al.(2004). A partir das notas

individuais foi determinado o índice de doença (ID), conforme descrito no item 3.1 (Experimento 1). Também, neste estudo, a partir dos dados de incidência e ID foi determinada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Campbell; Madden (1990). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

4 RESULTADOS

4.1 Experimento 1 – Determinação do efeito de doses de fungicidas cúpricos no controle da mancha preta dos citros

Em termos de incidência de sintomas, na primeira avaliação, em agosto, foi observado que o emprego de doses contendo o equivalente a 43,7 g de Cu^{++} , e o correspondente a 100,8 e 90,7 deste íon para HC e OC resultou em melhor controle da doença, com menor porcentagem de frutos com sintomas da MPC. Para o caso das demais dosagens destes fungicidas, assim como OCp nas três doses avaliadas, não foi obtido bom controle da doença (Tabela 3).

Nas avaliações subsequentes foi observado que HC, independente das dosagens avaliadas resultou em bom controle da doença, com menor número de frutos sintomáticos, em relação à testemunha. Para caso de OC, de forma semelhante ao observado na primeira avaliação, a dose mais elevada e intermediária resultou em controle mais eficiente e consistente da MPC.

O emprego de OCp resultou em controle eficiente de MPC em dosagem equivalente a pelo menos 56,3 g de Cu^{++} .

A incidência de frutos sintomáticos, para o caso das plantas do tratamento testemunha, variou de 44,4 a 94,3%.

Foi observado que as melhores respostas de controle da doença são intrínsecas de cada fonte de cobre utilizada, sendo 43,7 g 100L^{-1} para HC, 90,7 g 100L^{-1} para OC e 90 g 100L^{-1} para o óxido cuproso (OCp). Para o caso dos tratamentos cujas respostas de controle da doença foram mais expressivas, a incidência de frutos sintomáticos foi de 67,3 a 74,5% (Tabela 3). Tais dados demonstram a elevada suscetibilidade da variedade empregada, o alto nível de inoculo e a alta favorabilidade das condições ambientais para infecção e expressão dos sintomas da MPC.

Tabela 3. Respostas das diferentes doses e fontes de fungicidas cúpricos na incidência de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) em frutos de laranjeira 'Pera' na safra 2015/2016, em Olímpia/SP.

| Tratamentos | Dose (g Cu ⁺⁺ 100 L ⁻¹) | Incidência (% de frutos sintomáticos)/Avaliações/Datas de avaliações | | | |
|-----------------------|--|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | Avaliação 1 10/08/2016 | Avaliação 2 08/09/2016 | Avaliação 3 06/10/2016 | Avaliação 4 14/11/2016 |
| 1. Hidróxido de cobre | 43,7 | 22,0 a | 33,1 a | 46,0 a | 67,3 a |
| 2. Hidróxido de cobre | 35,0 | 32,8 b | 42,0 a | 52,3 a | 81,5 b |
| 3. Hidróxido de cobre | 26,2 | 42,3 b | 43,8 a | 46,3 a | 77,0 a |
| 4. Oxidoreto de cobre | 100,8 | 23,0 a | 36,5 a | 51,0 a | 73,0 a |
| 5. Oxidoreto de cobre | 90,7 | 22,0 a | 36,7 a | 52,8 a | 73,0 a |
| 6. Oxidoreto de cobre | 68,0 | 40,3 b | 48,0 b | 56,5 a | 88,8 b |
| 7. Óxido cuproso | 90,0 | 33,3 b | 36,5 a | 40,8 a | 72,5 a |
| 8. Óxido cuproso | 56,3 | 38,8 b | 41,3 a | 44,5 a | 74,5 a |
| 9. Óxido cuproso | 42,2 | 46,6 b | 49,6 b | 53,3 a | 87,0 b |
| 10. Testemunha | | 44,4 b | 58,4 c | 72,8 b | 94,3 b |
| Teste F | | 6,563 ** | 8,11 ** | 3,964 ** | 2,92 * |
| CV (%) | | 8,40 | 6,40 | 12,31 | 39,10 |

Para análises, os dados foram transformados segundo a equação $x' = \arcsen\sqrt{x/100}$

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo método de agrupamento Scott-Knott com 5% de probabilidade de erro.

* = diferença significativa, na análise de variância, com 5% de probabilidade de erro

** = diferença significativa, na análise de variância, com 1% de probabilidade de erro

De forma semelhante ao observado para incidência, os fungicidas cúpricos resultaram em redução nos níveis de severidade dos sintomas, sendo todos os tratamentos, independente das doses e fontes de cobre, assim como etapa da avaliação, superiores à testemunha (Tabela 4).

Nas primeira e segunda avaliações observou-se que cada fungicida cúprico, em sua maior dose de Cu^{++} , proporcionou maior resultado de controle, com menores valores de índice de doença. Porém, ao longo do progresso da maturação dos frutos, e com o progresso da expressão de sintomas, observou-se que todos os tratamentos conferiram respostas semelhantes, não sendo notada diferença entre os mesmos.

A evolução dos sintomas da MPC, expresso em ID, deu-se de forma positivamente progressiva na testemunha, de 0,7 a 1,9 entre a primeira e quinta avaliação, realizadas respectivamente em 10/08 e 14/11. Situação semelhante foi também observados nas plantas tratadas, independente das doses e fontes de fungicida cúprico aplicado. Entretanto, em todas as avaliações os níveis de severidade de sintomas foram mais baixos em relação aos observados no tratamento testemunha. Estes dados relativos aos incrementos dos níveis de sintomas mostram-se coerentes com os apresentados na literatura, onde, com a evolução fisiológica dos frutos em áreas infectadas, ocorre igual evolução nos níveis de severidade dos sintomas.

Em relação à AACPD relativo a incidência de sintomas, observou-se respostas positivas de controle da MPC mediante o emprego de HC em todas as concentrações avaliadas, e OC e OCp nas doses mais elevadas (Tabela 5). Nesses tratamentos os valores de AUDPC foram inferiores aos observados na testemunha, com indicação da efetividade das fontes e das doses equivalentes a Cu^{++} empregadas.

Não foi constatada diferença entre os tratamentos, quanto à produtividade das plantas (Tabela 5). Tal resultado indica a boa uniformidade das plantas, em termos vegetativos e reprodutivos, e que, mesmo sob diferentes níveis de incidência e severidade de sintomas, a produtividade das plantas não foi alterada. Entretanto, dada à qualidade inferior dos frutos, com níveis variados de incidência e severidade dos sintomas de MPC, estejam restringem-se apenas ao processamento industrial, sendo, pois, inadequados para a comercialização e consumo in natura.

Tabela 4. Respostas das diferentes doses e fontes de fungicidas cúpricos na severidade de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) em frutos de laranjeira 'Pera' na safra 2015/2016, em Olímpia/SP.

| Tratamentos | Dose (g Cu ⁺⁺ 100 L ⁻¹) | Severidade (ID)/Avaliação/Data da avaliação | | | |
|-----------------------|--|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | Avaliação 1 10/08/2016 | Avaliação 2 08/09/2016 | Avaliação 3 06/10/2016 | Avaliação 4 14/11/2016 |
| 1. Hidróxido de cobre | 43,7 | 0,3 a | 0,4 a | 0,6 a | 0,9 a |
| 2. Hidróxido de cobre | 35,0 | 0,4 b | 0,6 b | 0,8 a | 1,1 a |
| 3. Hidróxido de cobre | 26,2 | 0,6 d | 0,6 b | 0,7 a | 1,2 a |
| 4. Oxidoreto de cobre | 100,8 | 0,2 a | 0,4 a | 0,6 a | 0,9 a |
| 5. Oxidoreto de cobre | 90,7 | 0,3 a | 0,5 a | 0,7 a | 1,0 a |
| 6. Oxidoreto de cobre | 68,0 | 0,4 b | 0,6 b | 0,8 a | 1,1 a |
| 7. Óxido cuproso | 90,0 | 0,4 b | 0,4 a | 0,5 a | 0,9 a |
| 8. Óxido cuproso | 56,3 | 0,5 c | 0,5 b | 0,6 a | 1,0 a |
| 9. Óxido cuproso | 42,2 | 0,6 d | 0,6 b | 0,7 a | 1,1 a |
| 10. Testemunha | | 0,7 d | 0,9 c | 1,1 b | 1,9 b |
| Teste F | | 16,21 ** | 11,11 ** | 4,08 ** | 8,15 ** |
| CV (%) | | 4,01 | 3,98 | 6,55 | 6,12 |

Para análises os dados foram transformados segundo a equação $x' = \sqrt{x + 0,5}$

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo método de agrupamento Scott-Knott com 5% de probabilidade de erro.

** = diferença significativa, na análise de variância, com 1% de probabilidade de erro

Tabela 5. Área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) e produtividade de laranjeira 'Pera' em função das doses e fontes dos fungicidas cúpricos, na safra 2015/2016. Olímpia/SP, 2017.

| Tratamentos | Dose g Cu ⁺⁺ 100L ⁻¹ | AACPD | | Produtividade kg planta ⁻¹ 30/11/2016 |
|------------------------|---|-------------------|------------------|--|
| | | Incidência (%) | Severidade ID | |
| 1. Hidróxido de cobre | 43,7 | 4114,6 a | 52,3 a | 70,9 a |
| 2. Hidróxido de cobre | 35,0 | 5011,8 a | 68,6 b | 68,6 a |
| 3. Hidróxido de cobre | 26,2 | 4911,7 a | 74,1 b | 49,9 a |
| 4. Oxicloreto de cobre | 100,8 | 4504,4 a | 53,7 a | 75,4 a |
| 5. Oxicloreto de cobre | 90,7 | 4555,4 a | 60,1 a | 77,0 a |
| 6. Oxicloreto de cobre | 68,0 | 5574,4 b | 71,7 b | 62,3 a |
| 7. Óxido cuproso | 90,0 | 4301,6 a | 51,5 a | 68,7 a |
| 8. Óxido cuproso | 56,3 | 4682,4 a | 60,8 a | 61,7 a |
| 9. Óxido cuproso | 42,2 | 5571,1 b | 69,2 b | 69,4 a |
| 10. Testemunha | | 6584,1 c | 108,8 c | 58,2 a |
| Teste F | | 5,70 ** | 9,02 ** | 0,40 ns |
| CV (%) | | 6,17 | 7,88 | 39,46 |

Para análise, os dados da incidência e severidade dos sintomas foram transformados segundo as equações $x' = \arcsen\sqrt{x/100}$ e $x' = \sqrt{x + 0,5}$, respectivamente.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo método de agrupamento Scott-Knott com 5% de probabilidade de erro.

** = diferença significativa, na análise de variância, com 1% de probabilidade de erro

ns = não houve diferença significativa pela análise de variância a 5% de probabilidade de erro

Na Tabela 6 estão apresentados os dados relativos à análise de regressão e a Figura 3 apresenta a plotagem dos pontos e das curvas de resposta do progresso da severidade à dose de cobre metálico utilizada com cada um dos três fungicidas cúpricos.

Para todos os fungicidas houve resposta significativa ao modelo linear, com indicação que os melhores níveis de controle da doença são obtidos com incremento crescente das dosagens de Cu⁺⁺ empregados. Esse comportamento, por outro lado, inviabiliza a determinação da relação limiar de controle e dose resposta dos fungicidas.

Tabela 6. Regressão pela análise de variância da área abaixo da curva de progresso da severidade da MPC (*Phyllosticta citricarpa*), em laranjeira 'Pera', para cada fungicida cúprico em função da dose utilizada, na safra 2015/2016. Olímpia/SP, 2017.

| Fungicida cúprico | Modelo de equação | Equação | CV (%) | Teste F | R2 |
|---------------------|-------------------|-------------------------|--------|----------|--------|
| Hidróxido de cobre | Linear | $y = -1,2523x + 108,79$ | 20,69 | 27,178** | 98,80% |
| Oxicloreto de cobre | Linear | $y = -0,5431x + 108,82$ | 15,38 | 56,837** | 99,98% |
| Óxido cuproso | Linear | $y = -0,6483x + 103,14$ | 14,84 | 60,386** | 91,85% |

** = regressão significativa com 1% de probabilidade de erro

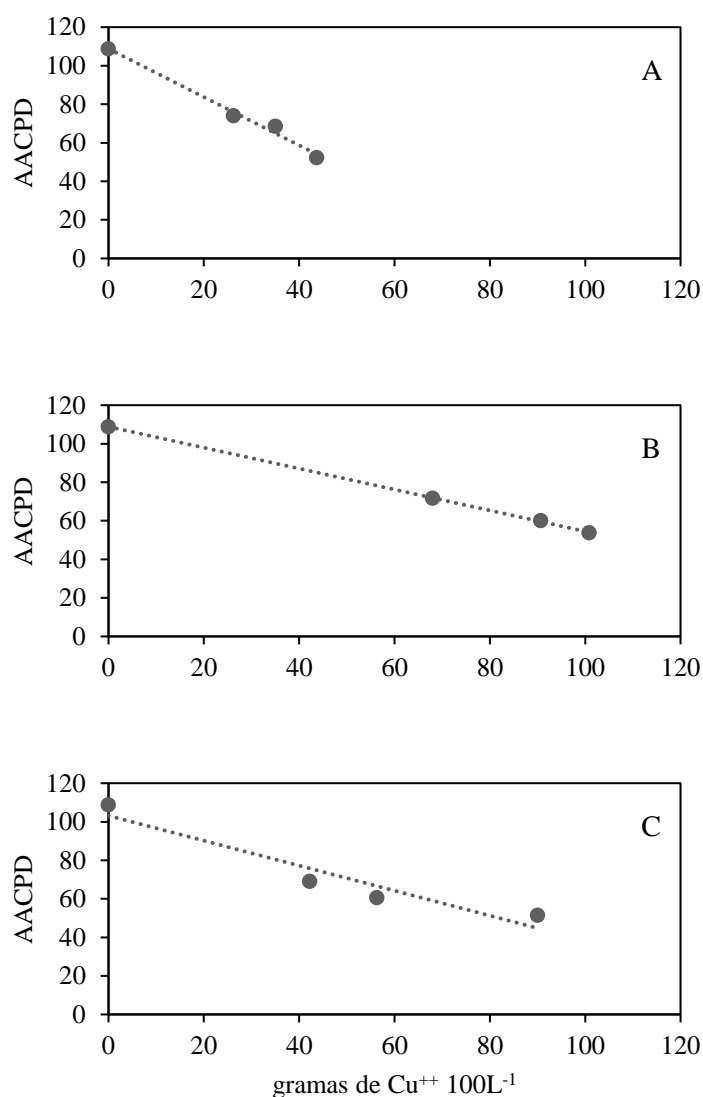


Figura 3. Representação gráfica do modelo de regressão linear para a variável área abaixo da curva de progresso da severidade dos sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*), em laranjeira 'Pera', para cada fungicida cúprico em função da dose de cobre metálico utilizada. A-Hidróxido de cobre; B-Oxicloreto de cobre; C-Óxido cuproso, na safra 2015/2016. Olímpia/SP, 2017.

4.2 Experimento 2 – Efeito protetor de diferentes fontes e doses de fungicidas cúpricos sobre infecção de *Phyllosticta citricarpa* em frutos de laranjeira ‘Pera’

Todos os fungicidas cúpricos foram eficientes na redução da incidência e severidade da MPC nos frutos de laranjeira ‘Pera’. Houve também resposta às dosagens avaliadas.

As maiores concentrações de Cu^{++} resultaram em melhor controle da doença, com menor incidência de frutos sintomáticos (Tabela 7). No tratamento HC com $43,7 \text{ g Cu}^{++} 100\text{L}^{-1}$ houve 16,9% de frutos sintomáticos, em OC com $90,7 \text{ g Cu}^{++} 100\text{L}^{-1}$ foram observados 13,0% de frutos sintomáticos, enquanto em OCp com $90 \text{ g Cu}^{++} 100\text{L}^{-1}$ a incidência foi 17,9% de frutos com sintomas da MPC. Já na testemunha, a incidência de frutos sintomáticos foi significativamente mais elevada, com 54% de frutos sintomáticos. Resposta similar foi observada quando da avaliação dos índices de severidade. Verificou-se que sob concentrações mais elevadas de Cu^{++} os índices de sintomas da doença, expresso em ID, foram 0,22; 0,17 e 0,24, respectivamente a $43,7 \text{ g Cu}^{++} 100 \text{ L}^{-1}$ de HC, $90,7 \text{ g Cu}^{++} 100 \text{ L}^{-1}$ de OC e $90 \text{ g Cu}^{++} 100\text{L}^{-1}$ correspondente a OCp.

Quando da avaliação do efeito protetor dos fungicidas cúpricos observou relação significativa direta e negativa entre tempo de tratamento subsequente às inoculações. A menor incidência e severidade foi observada quando se realizou a inoculação de *P. citricarpa* no mesmo dia do tratamento, com médias de 18,7% de frutos sintomáticos, cuja severidade média foi de 0,27. Os valores de incidência e ID observados nos frutos quando da inoculação aos 28 dias dos tratamentos foram 27,8% e 0,35, respectivamente.

Não foi constatada interação significativa entre os tratamentos (as fontes e doses dos fungicidas) e o tempo subsequente ao tratamento dos frutos, com indicação de que, mesmo variando a fonte e/ou dose dos fungicidas cúpricos, há uma perda gradativa da eficiência protetiva dos fungicidas avaliados.

Tabela 7. Incidência (expressa pela porcentagem de frutos sintomáticos) e severidade (índice de doença) de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) em frutos de laranjeira 'Pera' em função das doses, fontes dos fungicidas cúpricos e tempo em dias após a aplicação, na safra 2015/2016. Olímpia/SP, 2017.

| Causas de Variação | | Dados | |
|---|---|---|--|
| | | Incidência (% de frutos sintomáticos) | Severidade Índice de doença (ID) |
| Tratamentos | Cu ⁺⁺ 100 L ⁻¹ | | |
| Hidróxido de cobre | 43,7 | 16,9 a | 0,22 a |
| Hidróxido de cobre | 35,0 | 24,5 b | 0,31 b |
| Hidróxido de cobre | 26,2 | 26,5 b | 0,34 b |
| Oxicloreto de cobre | 100,8 | 14,7 a | 0,19 a |
| Oxicloreto de cobre | 90,7 | 13,0 a | 0,17 a |
| Oxicloreto de cobre | 68,0 | 32,5 c | 0,41 c |
| Óxido cuproso | 90,0 | 17,9 a | 0,24 a |
| Óxido cuproso | 56,3 | 20,8 b | 0,27 b |
| Óxido cuproso | 42,2 | 38,9 c | 0,49 c |
| Testemunha | | 54,0 d | 0,68 d |
| Teste F | | 13,612 ** | 18,058 ** |
| Dias após a aplicação | | | |
| | 0 | 18,7 a | 0,25 a |
| | 7 | 25,7 b | 0,33 b |
| | 14 | 26,5 b | 0,34 b |
| | 21 | 31,2 b | 0,40 b |
| | 28 | 27,8 b | 0,35 b |
| Teste F | | 5,047 ** | 4,996 ** |
| Interação (Tratamentos x Dias após a aplicação) | | | |
| Teste F | | 1,052 ns | 1,103 ns |
| CV (%) | | 32,88 | 10,87 |

Para análise, os dados da incidência e severidade dos sintomas foram transformados segundo as equações $x' = \arcsen\sqrt{x/100}$ e $x' = \sqrt{x + 0,5}$, respectivamente.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo método de agrupamento Scott-Knott com 5% de probabilidade de erro.

** = diferença significativa, na análise de variância, com 1% de probabilidade de erro

ns = não houve diferença significativa pela análise de variância a 5% de probabilidade de erro

4.3 Experimento 3 – Efeito da aplicação de fungicidas estrobilurinas condicionada a eventos chuvosos no controle da mancha preta dos citros

Em função dos critérios adotados na experimentação, tomando-se como referência o intervalo entre eventos chuvosos, houve o emprego de diferentes quantidades de fungicidas do grupo das estrobilurinas, ao final das aplicações. Esse número de aplicações variou de cinco, conforme protocolo usual de controle da MPC, a até 15, quando das pulverizações com intervalo regular de 14 dias (Tabela 8).

No tratamento 6, o total de i.a. empregado neste tratamento foi 250 gramas, representando o tratamento com menor uso de piraclostrobina. Para este tratamento realizou-se cinco aplicações desse fungicida na dose de 50 g 2000 L⁻¹, em intervalos regulares de 42 dias entre elas.

Já o tratamento 3, no qual foram realizadas dez aplicações com 75 g de piraclostrobina 2.000 L⁻¹, a quantidade final foi de 750 gramas de ingrediente ativo aplicado na safra. Por outro lado, quando da ocorrência de períodos de veranicos, os intervalos entre as aplicações foram maiores, traduzindo em uso mais racional de piraclostrobina (Figura 4).

Tabela 8. Quantidades de piraclostrobina e azoxistrobina ativos aplicados por ano, em plantas da variedade x, para cada Tratamento, na safra 2015/2016. Paraíso/SP, 2017.

| Tratamentos | Dosagem (g de i.a.) | | |
|-------------------------|----------------------|-----|-------------------|
| | 2000 L ⁻¹ | Ano | Número Aplicações |
| T1- Testemunha | | | |
| T2- PI (14dias) | 25 | 375 | 15 |
| T3- PI (14dias + chuva) | 75 | 750 | 10 |
| T4- PI (35dias + chuva) | 75 | 375 | 5 |
| T5- PI (42dias) | 75 | 375 | 5 |
| T6- PI (42dias) | 50 | 250 | 5 |
| T7- AZ (42dias) | 75 | 375 | 5 |

i.a. = ingrediente ativo; PI = piraclostrobina; AZ = azoxistrobina

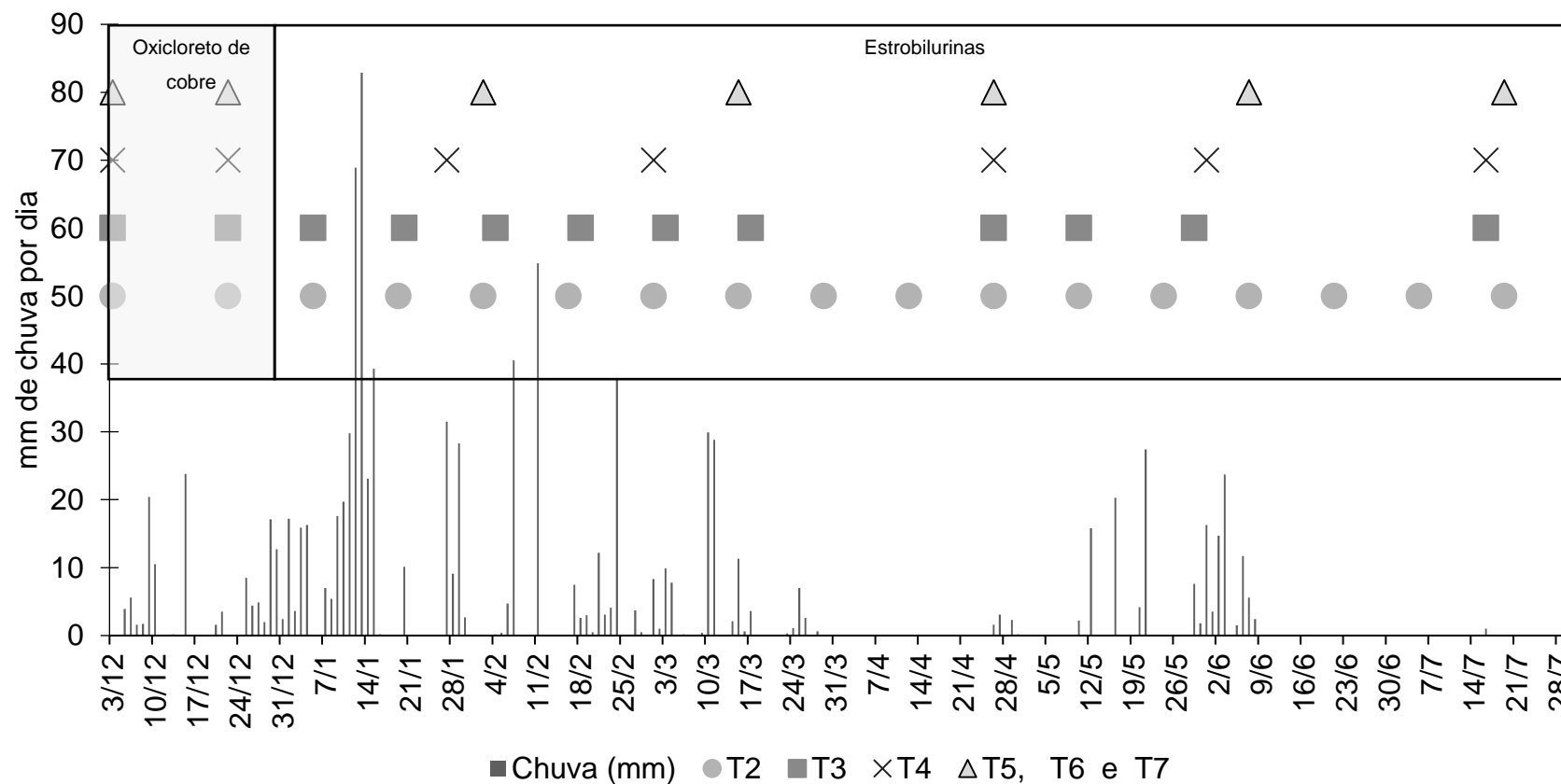


Figura 4. Cronograma das aplicações dos tratamentos com fungicidas cúpricos e estrobilurinas, T2- Intervalo fixo de 14 dias entre aplicações; T3- Intervalo mínimo de 14 dias, porém com aplicação associada ao próximo evento de chuva; T4- Intervalo mínimo de 35 dias, porém com aplicação associada ao próximo evento de chuva; T5, T6 e T7- Intervalo fixo de 42 dias entre aplicações para controle de *Phyllosticta citricarpa* em laranjeira Folha Murcha. Paraíso/SP, 2017.

Todos os tratamentos com fungicidas resultaram em controle positivo da incidência da MPC (Tabela 9). Para o caso da testemunha, a incidência de frutos sintomáticos variou de 81 a 99% de frutos sintomáticos, entre a primeira e quinta avaliação. Neste período, para o tratamento mais eficiente a variação foi de 0 a 23% de frutos com sintomas.

Em todos os tratamentos foi verificado evolução do número de frutos sintomáticos. Entretanto, para o caso dos tratamentos correspondente ao emprego de piraclostrobina aplicado com 75 g de i.a. em intervalos mínimos de 14 e 35 entre as aplicações (T3 e T4) a evolução da doença deu-se mais lentamente, alcançando 20% e 23% quando da última avaliação.

Em termos de incidência os tratamentos mais eficientes foram T3 e T4, representados pelos tratamentos correspondentes ao emprego de 750 g e 375 g de piraclostrobina aplicados por safra em intervalos mínimos de 14 e 35 dias, porém com aplicações facultadas aos eventos chuvosos, respectivamente. Entre esses tratamentos a melhor resposta foi obtida quando das pulverizações aos 35 dias após o último evento chuvoso, ao qual totalizou-se cinco aplicações. Para o tratamento com intervalo mínimo de 14 dias totalizou-se dez pulverizações, com maior utilização de recursos.

Ambos os tratamentos supracitados, especialmente aquele com aplicações em intervalo mínimo de 35 dias associado aos eventos chuvosos, foram também superiores àquele correspondente a aplicações em intervalos regulares, de 14 dias, porém com menor dosagem (Tabela 9). Além disso, foi verificado que aplicações em intervalos regulares de 14 dias implicaram em 15 aplicações, obviamente com maior custo operacional.

Os tratamentos correspondentes a aplicações de piraclostrobina em intervalos regulares de 42 dias, porém na base de 75 e 50 g em 2000 L⁻¹ apresentaram respostas semelhantes quando da 4^a e 5^a avaliações. Entretanto, nas duas avaliações iniciais, os níveis de incidência encontravam-se menores nos tratamentos com menor concentração de piraclostrobina. A eficiência destes tratamentos foram similar àquela obtida com o emprego de azoxistrobina na dosagem convencional indicada pelo fabricante, em intervalo de 42 dias.

Em relação à severidade dos sintomas as respostas de controle de MPC foram similares àquelas obtidas quanto á incidência de sintomas.

Para o caso da testemunha, quando comparado com os tratamentos com fungicidas, os níveis de severidade dos sintomas foram consistentemente mais elevados, variando de 1,78 a 2,9 entre a 1ª e 5ª avaliações (Tabela 10).

Os tratamentos mais eficientes foram os representados por aplicações de piraclostrobina em intervalos mínimos entre elas de 14 e 35 dias, porém com aplicação associada a um evento chuvoso. Na 5ª avaliação os níveis de severidade de sintomas quando da aplicação desse fungicida segundo estes intervalos foram de 0,28 e 0,34.

Os mesmos benefícios detectados quando da análise de incidência de sintomas de MPC foram também verificados quando da análise da severidade dos sintomas. O comportamento de piraclostrobina aplicado em intervalo regulares de 42 dias com dosagens de 75 g e 50 g foi similar ao verificado em termos de incidência de sintomas (Tabela 9 anterior). Tomando-se como referência a 5ª avaliação, quando os frutos encontravam-se fisiologicamente mais maduros e cuja expressão dos sintomas alcançou níveis mais elevados, constatou-se que a eficiência de azoxistrobina foi comparativamente mais baixa àquela verificada por piraclostrobina para o controle da MPC.

Tabela 9. Influência da aplicação de piraclostrobina condicionada a eventos chuvosos na incidência de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) em frutos de laranjeira 'Folha murcha', na safra de 2015/2016. Paraíso/SP, 2017.

| Tratamentos (Estrobilurina/ Critério de intervalo) | dose 2000 L ⁻¹ g de i.a. | Incidência (Porcentagem de frutos sintomáticos) | | | | |
|---|--|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | Avaliação 1 10/09/2015 | Avaliação 2 14/10/2015 | Avaliação 3 18/11/2015 | Avaliação 4 15/12/2015 | Avaliação 5 11/01/2016 |
| T1- Testemunha | | 81,27 f | 77,31 e | 88,84 b | 89,73 c | 98,94 d |
| T2- PI (Fixo 14 dias) | 25 | 8,28 b | 11,36 b | 26,85 a | 29,48 a | 56,86 b |
| T3- PI (Mín. 14 dias + chuva) | 75 | 9,36 b | 8,12 b | 25,57 a | 27,90 a | 20,13 a |
| T4- PI (Mín. 35 dias + chuva) | 75 | 0,00 a | 0,00 a | 28,91 a | 37,21 b | 23,41 a |
| T5- PI (Fixo 42 dias) | 75 | 52,51 e | 42,80 d | 27,72 a | 30,33 a | 51,57 b |
| T6- PI (Fixo 42 dias) | 50 | 15,72 c | 22,39 c | 27,20 a | 29,92 a | 49,77 b |
| T7- AZ (Fixo 42 dias) | 75 | 25,16 d | 23,31 c | 29,70 a | 37,06 b | 78,31 c |
| Teste F | | 667,64 ** | 749,395 ** | 300,114 ** | 236,9 ** | 106,428 ** |
| CV (%) | | 5,79 | 5,09 | 4,57 | 4,63 | 7,96 |

Para análise, os dados da incidência foram transformados segundo a equação $x' = \arcsen\sqrt{x/100}$

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro.

** = diferença significativa, na análise de variância, com 1% de probabilidade de erro

PI = piraclostrobina; AZ = azoxistrobina

Tabela 10. Influência da aplicação de piraclostrobina condicionada a eventos chuvosos na severidade de sintomas da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*), em frutos de laranjeira ‘Folha murcha’, na safra de 2015/2016. Paraíso/SP, 2017.

| Tratamentos (Estrobilurina/ Critério de intervalo) | dose 2000 L ⁻¹ g de i.a. | Severidade (ID) | | | | |
|---|--|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Avaliação 1 | Avaliação 2 | Avaliação 3 | Avaliação 4 | Avaliação 5 |
| | | 10/09/2015 | 14/10/2015 | 18/11/2015 | 15/12/2015 | 11/01/2016 |
| T1- Testemunha | | 1,78 e | 1,64 e | 2,52 c | 2,52 c | 2,90 d |
| T2- PI (Fixo 14 dias) | 25 | 0,11 b | 0,14 b | 0,40 a | 0,42 a | 1,04 b |
| T3- PI (Mín. 14 dias + chuva) | 75 | 0,09 ab | 0,08 ab | 0,41 a | 0,45 ab | 0,28 a |
| T4- PI (Mín. 35 dias + chuva) | 75 | 0,00 a | 0,00 a | 0,72 b | 0,96 b | 0,34 a |
| T5- PI (Fixo 42 dias) | 75 | 0,76 d | 0,61 d | 0,44 a | 0,44 ab | 0,87 b |
| T6- PI (Fixo 42 dias) | 50 | 0,25 c | 0,29 c | 0,46 a | 0,50 ab | 1,20 b |
| T7- AZ (Fixo 42 dias) | 75 | 0,30 c | 0,26 c | 0,53 ab | 0,61 b | 1,82 c |
| Teste F | | 849,384 ** | 479,993 ** | 225,207 ** | 362,457 ** | 80,677 ** |
| CV (%) | | 9,13 | 12,03 | 13,16 | 9,54 | 16,83 |

Para análise, os dados da severidade foram transformados segundo a equação $x' = \sqrt{x + 0,5}$

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro.

** = diferença significativa, na análise de variância, com 1% de probabilidade de erro

PI = piraclostrobina; AZ = azoxistrobina

Quando os tratamentos foram comparados em função da AACPD da incidência de frutos sintomáticos (Tabela 11), observa-se que, assim como nas demais variáveis, os tratamentos constituídos por aplicações de piraclostrobina à 75 g de i.a. 2.000 L⁻¹ em intervalos mínimos entre elas de 14 e 35 dias, porém com aplicação associada a um evento chuvoso foram significativamente semelhantes entre si e superiores aos demais tratamentos. Todos os tratamentos com fungicidas foram superiores à testemunha, com menor valor de AACPD. Os tratamentos menos eficientes foram representados pela aplicação de piraclostrobina e azoxistrobina, ambos na dosagem de 75 g de i.a. 2.000 L⁻¹ em intervalos regulares de 42 dias.

Em termos de AACPD para os incrementos dos níveis de severidade dos sintomas (Tabela 11), foi reafirmada a eficiência do tratamento correspondente ao emprego de 75 g de piraclostrobina aplicado em intervalo mínimo de 14 e 35 dias, porém com aplicação associada a um evento chuvoso. Comparativamente, a menor eficiência de controle da MPC foi verificado quando do emprego de axoxistrobina a 75 g 2000 L, em intervalo de 42 dias.

Tabela 11. Área abaixo da curva de progresso da mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*), calculada a partir dos dados acumulados da da incidência e severidade de sintomas em frutos de laranjeira 'Folha murcha', sob diferentes intervalos entre aplicações de estrobilurinas, na safra de 2015/2016. Paraíso/SP, 2017.

| Tratamentos (Estrobilurina/ Critério de intervalo) | dose 2000 L ⁻¹ g de i.a. | AACPD | |
|---|--|----------------|-----------------|
| | | Incidência (%) | Severidade (ID) |
| T1- Testemunha | | 28.602 | d |
| T2- PI (Fixo 14 dias) | 25 | 9.665 | b |
| T3- PI (Mín. 14 dias + chuva) | 75 | 6.979 | a |
| T4- PI (Mín. 35 dias + chuva) | 75 | 7.899 | a |
| T5- PI (Fixo 42 dias) | 75 | 11.876 | c |
| T6- PI (Fixo 42 dias) | 50 | 10.001 | b |
| T7- AZ (Fixo 42 dias) | 75 | 12.951 | c |
| Teste F | | 842,141 | ** |
| CV (%) | | 4,04 | 4,56 |

Para análise, os dados da incidência e severidade dos sintomas foram transformados segundo as equações $x' = \arcsen\sqrt{x/100}$ e $x' = \sqrt{x + 0,5}$, respectivamente.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro. ** = diferença significativa, na análise de variância, com 1% de probabilidade de erro. PI = piraclostrobina; AZ = azoxistrobina.

5 DISCUSSÃO

Em todos os experimentos conduzidos neste estudo os níveis de incidência e severidade de sintomas da MPC foram elevados. Além da suscetibilidade das variedades avaliadas, vários outros fatores contribuem para maior expressão de sintomas da doença. Os pomares cítricos utilizados neste estudo contavam com plantas de pelo menos 9 anos de plantio. Normalmente, em áreas com histórico da doença, à medida em que advêm-se o envelhecimento das plantas há um incremento natural dos níveis de inoculo (SILVA JÚNIOR et al., 2016a), resultando em maiores níveis de incidência e severidade de sintomas da MPC. Dada a existência de duas fontes de inoculo responsáveis pelos sintomas da MPC (SPÓSITO et al., 2011), com o envelhecimento das plantas há naturalmente aumento da folhagem das plantas, o que certamente contribui para a formação dos ascóporos nas folhas caídas (BELLOTTE, et al, 2009). Também, o envelhecimento natural das plantas muitas vezes implica na existência de maior quantidade de galhos e ramos secos, onde certamente são formados picnídios e sucessivamente os picnidiósporos (OLIVEIRA SILVA et al, 2017).

Independente das áreas e variedades avaliadas, os níveis de incidência e severidade de sintomas da MPC expressaram-se de forma positivamente crescentes, sendo observados os maiores índices quando das avaliações realizadas na fase de colheita dos frutos. Tais resultados mostram-se convergentes aos observados por vários investigadores. A literatura mostra-se convergente ao fato de que os frutos cítricos, ao longo da maturação, apresentam maiores valores de incidência e severidade dos sintomas (FAGAN; GOES, 1999, AGUIAR et al., 2012, SILVA JÚNIOR et al., 2016a), os quais verificaram incrementos nos níveis de sintomas próximo à maturação dos frutos. As temperaturas mais elevadas e maior radiação solar são também fatores que contribuem ao aumento da incidência e severidade de sintomas da MPC (KOTZÉ, 1981).

Nenhum dos tratamentos com fungicidas cúpricos, independente da fonte e doses avaliadas, complementado com aplicações adicionais de fungicida estrobilurina proporcionou completo controle da doença. De acordo

com dados disponíveis na literatura, em áreas com elevado nível de inoculo de *P. citricarpa* torna-se muito difícil a produção de frutos cítricos totalmente limpos.

Todos os tratamentos com fungicidas cúpricos proporcionaram controle da MPC. Entretanto, os níveis de respostas de controle foram dependentes das doses e fontes avaliadas.

De acordo com a metodologia implementada e critérios de avaliação empregados não foi possível determinar o limiar mais apropriado de doses de HC, OC e OCp capazes de proporcionar o mais elevado nível de controle de MPC. Todavia, neste estudo ficou demonstrado que as doses de cobre a serem utilizadas no controle de *P. citricarpa* são dependentes das fontes de cobre utilizadas, e não necessariamente definidas de forma linear. Normalmente concentrações mais elevadas de Cu^{++} resultam em melhor controle da doença. As concentrações mais efetivas de controle da MPC foram as equivalentes a 43,7, 90,7 e 56,3 g de Cu^{++} para HC, OC e Ocp, respectivamente, complementado com fungicida estrobilurina.

Estes resultados demonstram, todavia, que as indicações de uso de cobre visando ao controle da MPC, com recomendações lineares das dosagens, devem ser revistas e atualizadas. Também, esse estudo demonstra que a recomendação de fungicida cúprico alicerçada em mg de Cu^{++} por área foliar parece ser a estratégia mais racional, desde que o dimensionamento da planta e as condições de operacionalização sejam apropriadamente definidas.

Em nossos estudos, dentre as dosagens avaliadas foi verificado que a melhor resposta de controle com HC deu-se com o emprego de com 43,7 g 100L^{-1} , equivalente a Cu^{++} . Estes dados mostram-se convergentes aos obtidos por Del Rovere (2013), o qual constatou que, para o caso de HC, o equivalente a 45 g de Cu^{++} em 100 litros de calda mostrou-se eficaz no controle da MPC, não sendo necessário o incremento de dose até as 90 g de cobre metálico 100L^{-1} , conforme sugerido por Feichtenberber et al. (2001a, b). Por outro lado, para o caso de Ocp foi verificado que as indicações de uso de 75 g de equivalente em Cu^{++} (FEICHTENBERGER et al. (2001a, b) mostram-se convergentes aos obtidos neste estudo. Para o caso de OC, para a obtenção de nível de controle semelhante é necessário o emprego de 90 g de Cu^{++} o que mostra convergente aos resultados obtidos por Feichtenberber et al. (2001a, b).

No presente estudo, os índices de controle alcançados com os tratamentos realizados reforçam a necessidade da adoção estratégica de várias alternativas em conjunto visando a otimização do controle de *P. citricarpa*. Admite-se como consenso que as melhores respostas de controle da MPC são obtidas mediante o emprego simultâneo de várias alternativas, que incluem o uso de fungicidas e práticas culturais que reflitam em redução de inóculo, e, por consequência, em redução de incidência e severidade de MPC como apontado por Scaloppi et al. (2012).

Todos os critérios adotados para inferir a eficiência dose resposta e fontes de fungicida cúprico no controle da MPC mostraram-se adequadas. De modo geral houve muita convergência dos resultados quando das avaliações de incidência, severidade dos sintomas e AACPD para incidência e severidade dos sintomas. As variáveis utilizadas neste estudo mostraram-se apropriadas e possibilitaram refletir o desempenho individual das doses avaliadas e fonte de fungicida cúprico estudada. Entretanto, não possibilitaram, todavia, a determinação da melhor dose de controle da MPC. Acredita-se que a determinação da dose limiar seja alcançada mediante estudo que contemple dosagens definidas segundo escala apropriada, sob diferentes condições ambientais e de níveis de inóculo.

O íon Cu^{++} é o responsável pela ação fungicida, sendo esta mais elevada com o aumento das suas concentrações (HICHARDSON, 1997). As moléculas cúpricas estudadas, representadas por HC, OC e OCp apresentam características químicas e estruturais (RODRIGUES, 2006). Dentre as características específicas para cada uma das moléculas incluem-se o tamanho de partícula e a solubilidade em água, as quais conferem diferentes taxas de disponibilização do íon Cu^{++} . Segundo este autor, tem-se verificado em estudos laboratoriais, que o hidróxido de cobre tem, em média, a uma superfície específica seis vezes superior ao oxiclreto de cobre. Essa maior superfície específica resulta em maior dissociação do íon Cu^{++} , conferindo controles de fungos e bactérias com menores concentrações. Por essa razão, as doses de recomendações de fungicidas cúpricos não devem ser generalizadas ou equalizadas pelo equivalente em cobre metálico encontra-se apontado na literatura (FEICHTENBERBER, 2001a,b; SILVA JÚNIOR et al., 2016a).

O estudo envolvendo a determinação do período de proteção residual das fontes e doses dos fungicidas cúpricos apresentou baixos valores de incidência e severidade, ao se comparar com o ensaio anterior. Principalmente pela diferente metodologia de condução do ensaio, ao qual os frutos permaneceram ensacados durante praticamente todo o período de desenvolvimento do estudo. Somente sendo removida a proteção para que recebesse o tratamento fungicida e, posteriormente a inoculação.

Estudos preliminares desenvolvidos por Aguiar et al., (2012) e Motta, (2009), nos quais a primeira avaliou a metodologia e a segunda verificou o desempenho do oxiclreto de cobre, também verificou-se a menor incidência e severidade em relação a ensaios conduzidos sob condições naturais de infecção, onde há inúmeras liberações de picnidiosporos e ascósporos, os quais são depositados nos frutos com muita frequência, aumentando assim, a probabilidade de sucesso das infecções.

A pesar desse relato, pode-se afirmar que as infecções foram eficientes, visto que na testemunha a incidência foi de 54%. Nos demais tratamentos, que receberam algum tratamento protetivo e sem ocorrência de chuvas sobre os frutos, tem-se que os fungicidas cúpricos protetores reduziram significativamente a incidência e severidade da MPC para níveis considerados altamente satisfatórios. Esse resultado sugere que em condições naturais de infecção os eventos chuvosos devem exercer papel preponderante na lavagem e consequente redução da eficácia desses fungicidas. Assim como foi demonstrado por Vicent; Armengol; García-Jiménez, (2007) no controle da mancha marrom de alternária em citros (*Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl. pv. citri), trabalho no qual relataram que oxiclreto de cobre e óxido cuproso apresentaram efeito residual por até 28 dias e que, porém, foi reduzido com chuvas de mais de 71mm acumulado por semana.

Apesar das diferenças obtidas entre os ensaios, visto as diferentes metodologias de condução, a tendência geral de resultados seguiu o mesmo padrão. As maiores doses de cada fungicida cúprico apresentaram menor incidência e severidade de sintomas, comprovando as teorias apresentadas por Richardson (1997), de que, quanto maior for a quantidade de cobre utilizada, maior será o efeito tóxicos aos fungos e bactérias. Maiores doses em equivalente de cobre metálico, porém, não significam, melhores resultados de

controle quando se compara diferentes fontes fungicidas, como é sugerido por Silva Júnior et al. (2016b), visto que cada fungicida cúprico tem sua concentração e formulação própria.

Assim como no experimento 1, não foi observada equivalência entre as doses de Cu^{++} para hidróxido de cobre, oxiclreto de cobre e óxido cuproso. Sugerindo que cada fungicida deve ser estudado individualmente para obtenção de sua resposta à dose.

Os fungicidas hidróxido de cobre, oxiclreto de cobre e óxido cuproso, nas doses de 43,7, 90,7 e 90 g de Cu^{++} 100 L⁻¹, controlaram protetivamente frutos cítricos contra infecção por *P. citricarpa* com mais eficácia em relação às demais doses.

O tempo após a aplicação foi um fator significativo no sucesso da proteção dos frutos, indicando que os fungicidas cúpricos têm maior efetividade sobre *P. citricarpa* nos primeiros dias após aplicação, resultante, em tese, da maior quantidade de Cu^{++} disponibilizada ao meio.

Não houve diferença de proteção nas inoculações entre 7 e 28 dias após a aplicação. Apesar disso, a diferença entre inoculação aos zero e aos 28 dias segue a mesma tendência do resultado apresentado por Motta (2009), onde houve perda de eficácia protetora ao longo das semanas após aplicação, porém, em seu estudo, obteve efeito protetor com oxiclreto de cobre somente até 21 dias após aplicação, sem interferência de lavagens por chuva no período.

Estes resultados demonstram, também, que o intervalo recomendado entre aplicações dos fungicidas cúpricos depende do nível de tolerância aceitável, em termos de incidência e severidade, sendo, pois, semanal para maior proteção, e de até 28 dias dentro de limites que evitem a queda de frutos (FAGAN; GOES, 2000).

Para o terceiro estudo, com objetivo de comparar critérios de adoção diferentes intervalos entre aplicações, incluindo a consonância com eventos chuvosos, que, em tese, reduzem a eficácia do tratamento químico (VICENT; ARMENGOL; GARCÍA-JIMÉNEZ, 2007). O primeiro ponto a se discutir é sobre a quantidade de estrobilurina utilizada em toda a safra, visto que os diferentes critérios resultaram em diferentes números de aplicações por safra. De acordo com as diferentes estratégias adotadas para determinar a reaplicação dos

tratamentos houve uma diferença de até 3 vezes mais ingrediente ativo aplicado na safra utilizando-se o tratamento 3, no qual utilizou-se a piraclostrobina na dose de 75 g de i.a. 2.000 L⁻¹ reaplicado a cada evento de chuva ocorrido no mínimo a 14 dias da última aplicação, em relação ao tratamento convencional, com intervalos fixos de 42 dias entre as aplicações.

A quantidade de estrobilurina utilizada deve ser parte dos critérios para escolha do intervalo entre as aplicações. Os fungicidas do grupo das estrobilurinas apresentam-se com alto potencial de seleção de indivíduos com mutação que confere resistência e/ou tolerância ao seu efeito (FRAC, 2017). Quando dois modelos apresentam o mesmo resultado final de incidência e severidade da MPC, deve-se sempre adotar pelo que utilizou menor quantidade de recursos como número de pulverizações, dose e utilização total de estrobilurina.

Quando foi utilizado modelo de intervalo entre aplicações em consonância à ocorrência de chuvas, ao final da safra, não se obteve redução no número de aplicações, somente, porém, adequação da aplicação em momentos estratégicos, onde as condições de chuva e molhamento foliar estão favoráveis à dispersão dos conídios produzidos nos ramos secos e frutos sintomáticos (SPÓSITO et al., 2011). Sendo uma proposta mais racional do uso de fungicidas na citricultura.

Analisando a evolução da incidência da MPC, observou-se que todos os tratamentos apresentaram resultado positivo de controle quando são comparados com a testemunha, que não recebeu aplicações para controle da doença, concordando com os dados de muitos autores que estudaram o efeito do controle químico da MPC com fungicidas estrobilurinas (RODRIGUES, 2006b; MOTTA, 2009; IKEDA, 2011; SCALLOPPI et al., 2012).

Houve diferença também entre os tratamentos, onde ambos tratamentos com intervalos associados aos eventos de chuva, tanto com 14 e com 35 dias de intervalo mínimo entre as aplicações, aos quais foram realizadas 10 e 5 aplicações na safra, desempenharam o melhor resultado de redução da porcentagem de frutos sintomáticos, com 20 e 23% de frutos sintomáticos ao final da safra, contra 78% na testemunha. Controle similar foi conseguido por Ikeda (2011) realizando o controle com 6 aplicações de fungicidas estrobilurinas na safra.

Entre os dois tratamentos acima discutidos, sugere-se definir pelo menos impactante ambientalmente e também sobre as atividades operacionais de condução do pomar. Para o caso, quando utilizou-se um intervalo mínimo de 35 dias entre as aplicações, porém com a aplicação associada ao próximo evento chuvoso após o período mínimo, conseguiu-se uma redução de 50% no número de pulverizações e também do uso anual de fungicida do grupo das estrobilurinas. Isso em relação ao tratamento com controle equivalente, no qual o intervalo mínimo entre pulverizações foi de 14 dias.

Outra diferença entre tratamentos encontrados foi comparando-se os tratamentos 5, que utilizou piraclostrobina com 75 g de i.a. 2.000 L⁻¹ em intervalos fixos de 42 dias e o tratamento 7, que utilizou azoxistrobina com 75 g de i.a. 2.000 L⁻¹ em intervalos fixos de 42 dias. Nessa comparação houve controle superior obtido com a piraclostrobina, em relação a azoxistrobina. Esse resultado concorda com os resultados obtidos por Ikeda (2011).

Ensaio laboratoriais indicam a eficácia da piraclostrobina em menores doses. Hincapie et al. (2014) sugere equivalência a na proporção 1:1½ (piraclostrobina:azoxystrobina), para controle de *P. citricarpa*. Stammer et al., 2013, também havia reportado a necessidade de adequação da dose da azoxistrobina para que haja uma equivalência ao uso da piraclostrobina no controle de *P. citricarpa*, sendo encontrada em seu trabalho a mesma proporção de 1:1½.

Sobre a severidade da MPC, apresentada na forma de índice de doença, observou-se grande similaridade à interpretação feita sobre a porcentagem de frutos sintomáticos. Sugerindo que os dois parâmetros são eficientes para avaliar o desempenho de tratamentos para controle da MPC.

Assim, para a severidade foram diferenciados os tratamentos 3 (75g de piraclostrobina 14 dias + chuva) e 4 (75g de piraclostrobina 35 dias + chuva), os quais não tiveram sua dose de aplicação reduzida, porém houve redução no intervalo entre as aplicações, sendo mínimo de 14 e 35 dias, respectivamente. Resultados semelhantes foram apresentados por Silva (2013), onde mostrou redução da incidência da MPC quando o intervalo entre aplicações de estrobilurinas foi reduzido de 40 para 20 dias.

Os resultados obtidos neste terceiro experimento são de grande valia para a comunidade científica, pois reforça a máxima de que os fungicidas

devem ser empregados de maneira racional (KIMATI et al., 1995), nos momentos em que há a sobreposição da planta hospedeira susceptível, da presença do patógeno e das condições climáticas favoráveis às infecções, neste caso representada pelos eventos de chuva após o intervalo de proteção da aplicação anterior.

6 CONCLUSÃO

Os fungicidas hidróxido de cobre, oxiclureto de cobre e óxido cuproso nas doses de 43,7, 90,7 e 56,3 g de Cu^{++} 100 L^{-1} , respectivamente, aplicados em intervalos de 21 dias e antecedendo as aplicações de fungicidas do grupo das estrobilurinas, são eficientes e se equivalem quanto ao controle da mancha preta dos citros.

Os fungicidas hidróxido de cobre, oxiclureto de cobre e óxido cuproso, nas doses de 43,7, 90,7 e 90 g de Cu^{++} 100 L^{-1} , controlam protetivamente frutos cítricos a *Phyllosticta citricarpa* por até 28 dias, com ausência de chuvas.

A aplicação de piraclostrobina, na dose de 75 g de i.a. 2000 L^{-1} , após o primeiro evento de chuva ocorrido no mínimo aos 14 dias decorridos da última aplicação de fungicidas é altamente eficiente no controle de MPC, sendo superior os protocolos convencionais adotados para o controle da doença.

7 REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. Citros. In: **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP, Consultoria e Comércio, 2017. p. 225–253.
- AGRIOS, G.N. **Plant pathogens and disease: general introduction**. Elsevier Inc., University of Florida, Gainesville, FL, USA. 2009.
- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 5ed. Amsterdam: Boston: ELSEVIER, 2005. 922p.
- AGRODEFESA – Agência Goiana de Defesa Agropecuária. **Sanidade Vegetal – Programa de Citros – Pinta Preta – Instrução Normativa nº9 de 2015**. Disponível em: <<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2016-07/instrucaonormativa-0915.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2017.
- AGUIAR, R.L.; SCALOPPI, E.M.T.; GOES, A. de; SPÓSITO, M.B. Período de incubação de *Guignardia citricarpa* em diferentes estádios fenológicos de frutos de laranjeira 'Valência'. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.37, n. 2, p. 155-158, 2012.
- ALMEIDA, T. F.; REIS, R. F.; GOES, A. Method of inoculation of *Guignardia citricarpa* (*Phylosticta citricarpa*) on 'Pera-Rio' sweet orange fruit. **Journal of Plant Pathology**, Pisa, v.90, p.465-466, 2008.
- ANDRADE, T.; THEODORO, G. F.; GOES, A.; BALDASSARI, R. B. Mancha preta (*Guignardia citricarpa*) dos citros no Estado de Santa Catarina. **Summa Phytopathologica**, v.30, p. 126, 2004.
- AVERNA-SACCÁ, R. Pústulas pretas sobre laranja doce produzidas por *Phoma citricarpa*. **Revista Agrícola**, Piracicaba, v.15, p. 468-475, 1940.

BAAYEN, R. P.; BONANTS, P. J. M.; VERKLEY, G. P.; CARRO LL, G. C.; VAN DER AA, M.; WEERDT, M.; BROUWERSHAVEN, G. C.; SCHUTTE, G. C.; MACCHERONI, Jr., W.; GLIENKE-BLANCO, C.; AZEVEDO, J. L. Nonpathogenic strains of the citrus black spot fungus, *Guignardia citricarpa*, identified as a cosmopolitan endophyte of woody plants, *Guignardia mangiferae*, (*Phyllosticta capitalensis*). **Phytopathology**, St. Paul, v.92, n.5, p.464-477, 2002.

BALDASSARI, R. B., WICKERT, E.; DE GOES, A. Pathogenicity, colony morphology and diversity of isolates of *Guignardia citricarpa* and *G. mangiferae* isolated from *Citrus* spp. **Europe Journal Plant Pathology**. n.120, p.103. 2008. Disponível em <<https://doi.org/10.1007/s10658-007-9182-0>>.

BALDASSARI, R.B.; REIS, R.F.dos; GOES, A. de Relato de mancha preta do citros em pomares do Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 27. 2004, Campinas. **Anais...** Campinas: INSTITUTO AGRONÔMICO 2004, p.126.

BELLOTTE, J. A. M.; KUPPER, K. C.; RINALDO, D.; SOUZA, A., PEREIRA, F. D.; GOES, A. Acceleration of the decomposition of Sicilian lemon leaves as na auxiliary measure in the control of citrus black spot. **Tropical Plant Pathology**, v.34, n.2, p.71-76, 2009.

BERGER R. A causa e o controle do declínio dos Citros. **Laranja**, v.19, p.91-105. 1998.

CAIXETA, M. P.; CORAZA NUNES, M. J.; VIDA, J. B.; NUNES, W. N.; TESSMANN, D. J.; ZANUTO, C. A.; MULLER, G. R. Ocorrência da pinta preta dos citros (*Guignardia citricarpa*) no estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n. 1, p. 136, 2005.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York NY. John Wiley & Sons. 1990.

CARDOSO FILHO, J. A. **Efeito de extratos de albedo de laranja (*Citrus sinensis*) e dos indutores de resistência ácido salicílico, acilbenzolar-s-metil e *Sacharomyces cerevisiae* no controle de *Phyllosticta citricarpa* (teleomorfo: *Guignardia citricarpa*)**. 2003. 125f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – Piracicaba, 2003.

CATAPANI, L. F. B. **Relação da mancha preta dos citros com danos e influência de variáveis do controle químico na intensidade da doença**. 2015. 35f. Dissertação (Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros). Fundo de Defesa da Citricultura, Araraquara, 2015.

COSTA, H.; VENTURA, J. A.; ARLEU, R. J.; AGUILAR-VILDOSO, C.I. Ocorrência da pinta preta (*Guignardia citricarpa*) em citros no Estado do Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira** – Suplemento, v. 28, p. 205, 2003.

EFSA PLH (EFSA Panel on Plant Health). Scientific Opinion on the risk of *Phyllosticta citricarpa* (*Guignardia citricarpa*) for the EU territory with identification and evaluation of risk reduction options. **EFSA Journal**. v.12, n.2, 243p. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3557>>.

EPPO – European and Mediterranean Plant Protection Organization. **PQR-EPPO data base on quarantine pests**. 2017. Disponível em: <<http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2017

FAGAN, C.; GOES, A. Efeito da mancha preta dos frutos cítricos, causada por *Guignardia citricarpa* nas características tecnológicas do suco de frutas ‘Natal’ e ‘Valência’. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.26. p.122, 2000.

FAGAN, C.; GOES, A. Efeito da severidade da mancha preta dos frutos cítricos causada por *Guignardia citricarpa* na queda prematura de frutos de laranja ‘Natal’. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, supl., p. 282, 1999.

FEICHTENBERGER, E. “Mancha preta dos frutos cítricos”. **Laranja & Cia**, v. 17, p.79-92,1996.

FEICHTENBERGER, E., SPÓSITO, M.B., CALEGARI, M., BASSANEZI, R.B. Competição de fungicidas à base de cobre no controle da mancha preta (*Guignardia citricarpa*) em laranjeiras 'Folha Murcha'. **Fitopatologia Brasileira** v.26 p.444, 2001a.

FEICHTENBERGER, E., SPÓSITO, M.B., CALEGARI, M., BASSANEZI, R.B. Eficácia de tratamentos fungicidas no controle da mancha preta (*Guignardia citricarpa*) em laranjeiras 'Valencia'. **Fitopatologia Brasileira**. n.26, p.444. 2001b.

FRAC. Fungicide Resistance Action Committee. FRAC fungicide list (2). Sorted by mode of action. Disponível em: <http://www.frac.info/publications/frac_list02.html> ACESSO em: 10/09/2017.

FUNDECITRUS. **Reestimativa da safra de laranja 2017/18 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro – cenário em setembro/2017.** 2017. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0917_Reestimativa_da_Safra_de_Laranja.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2017.

GAMA, A. B. **Podridão floral dos citros: definição do limiar de ação para controle químico e monitoramento da sensibilidade de isolados a tebuconazol e trifloxistrobina.** 2017. 90f. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo USP, 2017.

GASPAROTTO, L. et al. Ocorrência da Mancha preta (*G. citricarpa*) dos citros no Estado de Amazonas. **Summa Phytopathologica**, v.30, n.1, p. 126, 2004.

GOES, A.; FEICHTENBERGER, E. Ocorrência de mancha preta causada por *Phyllosticta citricarpa* (McAlp.) Van der Aa (*Guignardia citricarpa* Kiely) em pomares cítricos do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 10., 1992, Aracajú. **Anais...** Brasília; Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1993. p.318.

GUARNACCIA, V.; GROENEWALD J.Z.; LI, H.; GLIENKE, C.; CARSTENS, E.; HATTINGH, V.; FOURIE, P. H.; CROUS, P. W. First report of *Phyllosticta citricarpa* and description of two new species, *P. paracapitalensis* and *P. paracitricarpa*, from citrus in Europe. **Studies In Mycology**, n.87, p.161–185, 2017.

HANSON, L. E.; FRANC, G. D.; STUMP, W. L.; GACHANGO, E.; CLARK, G.; STEWART, J. First Report Of Strobilurin Resistance In *Cercospora Beticola* In Sugar Beet (*Beta Vulgaris*) In Michigan And Nebraska, USA. **New Disease Reports** v.26, n.3. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2012.026.003>>.

HENDRICKS, K. E. M.; DONAHOO, R. S.; ROBERTS, P. D.; CHRISTMAN M. C. Effect of Copper on Growth Characteristics and Disease Control of the Recently Introduced *Guignardia citricarpa* on Citrus in Florida. **American Journal of Plant Sciences**. n.4, p.282-290, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2013.42037>>.

HICHARDSON, H. W. **Handbook of copper compounds and applications**. Marcel Dekker, inc.: New York, 1997. p. 448.

HIDALGO G., PÉREZ V. L. Diferenciación morfológica, cultural y biológica de *Guignardia citricarpa* y *Guignardia mangiferae* en frutos cítricos de Cuba. **Fitosanidad**. v.14, p.141–152, 2010.

HINCAPIE, M.; WANG, N.-Y.; PERES, N. A.; DEWDNEY, M. M. Baseline sensitivity of *Guignardia citricarpa* isolates from Florida to azoxystrobin and pyraclostrobin. **Plant Disease**. n.98, p.780-789. 2014.

IKEDA, M. **Efeito de fungicidas do grupo químico das estrobilurinas no controle da mancha preta dos citros, na produção e na qualidade tecnológica dos frutos**. 2011. 35f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

ISHII, H.; FRAAIJE, B. A.; SUGIYAMA, T.; NOGUCHI, K.; NISHIMURA, K.; TAKEDA, T.; AMANO, T.; HOLLOMON D. W. Occurrence and Molecular Characterization of Strobilurin Resistance in Cucumber Powdery Mildew and Downy Mildew. **Ecology and Population Biology**, v.91, n.12, p.1166-1171, 2001. Disponível em: < <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2001.91.12.1166>>.

JOHNSTON, P. R.; FULLERTON, R. A. *Crytosporiopsis citri* sp. Nov., cause of a citrus leaf spot in the Pacific Island. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v.16, n. 159-163, 1998.

KALAKI, R. B. e NEVES, M. F. Plano estratégico para o sistema agroindustrial cítrica brasileiro. **Gest. Prod.**, São Carlos, v.24, n.2, p.338-354, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1307-15>>.

KIELY, T. B. **Control and epiphytology of black spot of citrus on the central coast of New South Wales**. New South Wales: Department of Agriculture Science Bulletin, 1948a.

KIELY, T. B. Preliminary studies on *Guignardia citricarpa* n. sp. the ascigenous stage of *Phoma citricarpa* McAlp. and its relations to black spot of citrus. **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales**, Sidney, v.3, p. 249-292, 1948b.

KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H; AMORIM, L. (Ed.) **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. V. 1, 3 ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres. pp. 761-785. 1995.

KORF. H. J. G. **Survival of *Phyllosticta citricarpa*, anamorph of the citrus black spot pathogen**. 1998. Dissertação (Mestrado), University of Pretoria, South Africa, 1998.

KOTZÉ, J. M. Studies on the black spot disease of citrus caused by *Guignardia citricarpa* Kiely with particular reference to its epiphytology and control at Lebata. 1964. 147f. Tese (Ph.D). University of Pretoria - Pretoria, 1964.

KOTZÉ, J. M. Epidemiology and control of citrus black spot in South Africa. **Plant Disease**, v. 65, n. 12, p. 945-50, 1981.

KOTZÉ, J.M., Citrus black spot. The American Phytopathological Society. In: Timmer, L.W., Garnsey, S.M., Graham, J.H. (Eds.), **Compendium of Citrus Diseases**, 2.ed. APS Press, St. Paul Minnesota, USA, p. 23-25. 2000.

LARANJEIRA, F. F.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. AGUILAR-VILDOSO, C. I.; COLETTA FILHO, H. D. Fungos, procariotos e doenças abióticas. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005, p. 509-566.

MAPA. **AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários / Ministério da Agricultura:** Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 24 mai. 2017.

MARTÍNEZ-MINAYA, J.; CONESA, D.; LÓPEZ-QUÍLEZ, A.; VICENT, A. Climatic distribution of citrus black spot caused by *Phyllosticta citricarpa*. A historical analysis of disease spread in South Africa. **European Journal of Plant Pathology**, v.143, n.1, p.69-83. 2015.

McONIE, K.C. The latent occurrence in citrus and other hosts of a *Guignardia* easily confused with *G. citricarpa*, the citrus black spot pathogen. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 54, p. 40-43, 1964.

MOTTA, R. R. **Determinação do período residual de fungicidas protetores e sistêmico para o controle de *Guignardia citricarpa* em frutos cítricos**. 2010. 70f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Universidade Estadual Paulista - Jaboticabal, 2009.

NORONHA, M. D. A. **Escala diagramatica para avaliacao da mancha preta em folhas de citros e efeito da temperatura e da duracao do molhamento na pre-penetração de conidios de *Guignardia citricarpa* Kiely [*Phyllosticta citricarpa* (McAlp.) Van der Aa]**. 2002. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo USP, 2002.

NUNES, W. M. C.; CROCE FILHO, J.; SEVERINO, J. J.; ZANUTTO, C. A.; TESSMANN, D. J.; MAFICIOLI, R.; CORAZZA-NUNESM. J.; VIDA, J. B. Ocorrência de pinta preta, causada por *Guignardia citricarpa*, em tangerineiras 'Montenegrina' no sul do Paraná. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 32, n. 3, p.295, 2006.

OLIVEIRA SILVA, A., SAVI, D.C., RAISER, P.H.S. Epidemiological aspects of *Phyllosticta citricarpa* colonization and viability in *Citrus sinensis*. **Journal of Plant Diseases and Protection**. n.124, v.73, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s41348-016-0046-8>>.

PERRYMAN, S. A.; CLARK, S. J.; WEST, J. S. Splash dispersal of *Phyllosticta citricarpa* conidia from infected citrus fruit. **Science Rep.** v.9 n.4 p.65-68, 2014.

REIS, R. F.; TIMMER, L. W.; GOES, A. Effect of temperature, leaf wetness, and rainfall on the production of *Guignardia citricarpa* ascospores and on back spot severity on sweet orange. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.1, p.29-34. 2006. <<https://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582006000100005>>.

ROBBS, C. F. PIMENTEL, J. P.; RIBEIRO, R. L. D. Mancha preta dos cítricos causada por *Phoma citricarpa*. **Fitopatologia Brasileira**. n.5, p.455. 1980.

ROBBS, C.F. A mancha preta dos frutos cítricos (*Phyllosticta citricarpa*): ameaça à citricultura paulista. **Laranja**, v.11, p.87-95, 1990.

RODRIGUES, M. A. T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC**. 2006. 249f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2006a.

RODRIGUES, M. B. C. **Controle de *Guignardia citricarpa*, agente causal da Mancha Preta dos Citros**. 2006. 67f. Dissertação (Mestre em Agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006b.

SAVARY, S., MCROBERTS, N., ESKER, P. D., WILLOCQUET, L.; TENG, P. S. Production situations as drivers of crop health: evidence and implications. **Plant Pathology**, n.66, p.867-876. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/doi:10.1111/ppa.12659>>.

SCALOPPI, E.M.T.; AGUIAR, R.L.; GOES, A.D., SPOSITO, M.B. Efeito do manejo cultural e químico na incidência e severidade da mancha-preta dos citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.1, p.102-108, 2012.

SCHUBERT, T., SUTTON, B., JEYAPRAKASH, A. Citrus Black Spot (*Guignardia citricarpa*) Discovered in Florida. **Pest Alert, Florida Department of Agriculture and Consumer Services**. 2010. Disponível em: <www.doacs.state.fl.us/pi/pest_alerts/pdf/citrus-black-spotpest-alert.pdf>.

SILVA JUNIOR, G. J.; FEICHTENBERGER, E.; SPÓSITO, M. B.; AMORIM, L.; BASSANEZI, R. B.; GOES, A. **Pinta preta: a doença e seu manejo**. Araraquara, SP: Fundecitrus, 2016a. 208p.

SILVA JUNIOR, G. J.; SCAPIN, M. S.; SILVA, F. P., SILVA, A. R. P.; BEHLAU, F.; RAMOS, H. H. Spray volume and fungicide rates for citrus black spot control based on tree canopy volume. **Crop Protection**, v.85, p.38-45, 2016b.

SILVA, S.X.B.; SANTOS-FILHO, H.P.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; BARBOSA, C.J.; ABREU, K.C.L.M. Presença de *Guignardia citricarpa* (Kiely, 1949) no Recôncavo altera *status* fitossanitário da citricultura baiana. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, p. 203-206, 2012.

SILVA, F.P. **Adequação de doses de fungicidas, volume de calda e interval de aplicações no controle da mancha preta dos citros**. 2013. 34f. Dissertação (Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros). Fundecitrus, Araraquara, 2013.

SPÓSITO, M. B. **Dinâmica espacial e temporal da mancha-preta (*Guignardia citricarpa*) e quantificação dos danos causados na cultura dos citros**. 2003. 112f. Tese (Doutorado), Escola de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.

SPÓSITO, M.B.; AMORIM, L.; BASSANEZI, R.B.; YAMAMOTO, P.T.; FELIPPE, M.R.; CZERMAINSKI, A.B.C. Relative importance of inoculum sources of *Guignardia citricarpa* on the citrus black spot epidemic in Brazil. **Crop Protection**, Oxford, v. 30, n. 12, p. 1546-1552, 2011.

SPÓSITO, M.B.; AMORIM, L.; BELASQUE JÚNIOR, J.; BASSANEZI, R.B.; AQUINO, R. de. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.1, p.81-85. 2004.

STAMMLER, G., SCHUTTE, G. C., SPEAKMAN, J., MIESSNER, S., CROUS, P. W. *Phyllosticta* species on citrus: risk estimation of resistance to QoI fungicides and identification of species with cytochrome b gene sequences. **Crop Protection**. n.48, p.6-12, 2013.

STOLLER DO BRASIL LTDA. - **Guia de fases de desenvolvimento: Citros**. Cosmópolis, 2010. 4p. Disponível em: <<http://www.stoller.com.br/culturas/citros>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

SUTTON, B.; MONDAL, S.; WANG, N.Y.; RASCOE, J.; PICTON, D. First report of *Guignardia citricarpa* associated with citrus black spot on sweet orange (*Citrus sinensis*) in North America. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 96, n. 9, p. 1225, 2012.

SUTTON, B.C.; WATERSTON, J.M. *Guignardia citricarpa*, Kew: C.M.I. (Descriptions of Pathogenic fungi and bacteria, 85), 1966.

TIMMER L. W.; ZITKO S. E. Evaluation of copper fungicides and rates of metallic copper for control of melanose on grapefruit in Florida. **American Phytopathological Society**. v. 80, n.2, p. 166-169, 1996.

TIMMER, L. W.; ZITKO, S. E.; ALBRIGO, L. G. Split applications of copper fungicides improve control of melanose on grapefruit in Florida. **Plant Disease**. Vol. 82, n.9, p. 983-986, 1998.

TIMMER, L.W.; GARNSEY, S.M.; GRAHAM, J.H. **Compendium of Citrus Diseases**. 2.ed., 92p., 2000.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. PSD Online. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>>. Acesso em: 19 set. 2017.

VENANCIO, W. S.; ZAGONEL, J.; FURTADO, E. L.; SOUZA, N. L. Novos fungicidas. I – produtos naturais e derivados sintéticos: estrobilurinas e fenilpirroles. In: Luz, W.C.; Fernandes, J.M.; Prestes, A.M.; Picinini, E.C. **Revisão anual de patologia de plantas**. v.7, 1999. p.103-55.

VICENT, A.; ARMENGOL, J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. Rain fastness and persistence of fungicides for control of *Alternaria* brown spot of citrus. **Plant Disease**, n.91, p.393-399, 2007.

VIEIRA JUNIOR, J. R., FERNANDES, C. F., Antunes, j.; SILVA, D. S. G.; REIS, N. D.; LIMA, R. F.; FERNANDES NETO, A., SILVA, R. B. Levantamento da ocorrência da pinta preta dos citros em Rondônia. **Tropical Plant Pathology**. n.35, p.182. 2010.

VINHAS, T. **Controle químico de *Guignardia citricarpa*, agente causal da mancha preta dos citros em frutas de laranja 'Valência'**. 2011. 30f. Dissertação (Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros). Fundo de Defesa da Citricultura, Araraquara, 2011.

WHEELER, B.E.J. **An introduction to plant disease**. John Wiley & Sons, London, 374 p. 1969.

YONOW, T., HATTINGH, V., VILLIERS, M., CLIMEX modelling of the potential global distribution of the citrus black spot disease caused by *Guignardia citricarpa* and the risk posed to Europe. **Crop Protection**. n.44, p.18-28, 2013.