

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM  
CONTROLE DE DOENÇAS E PRAGAS DOS CITROS**

**DIEGO HENRIQUE FERREIRA**

**Redução do intervalo de aplicação e adequação da dose de cobre  
para o controle do cancro cítrico**

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

Orientador: Dr. Franklin Behlau

**Araraquara  
Setembro 2017**

**DIEGO HENRIQUE FERREIRA**

**Redução do intervalo de aplicação e adequação da dose de cobre  
para o controle do cancro cítrico**

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

Orientador: Dr. Franklin Behlau

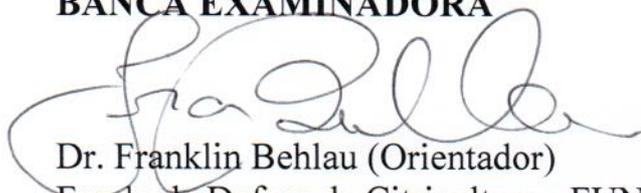
**Araraquara  
Setembro 2017**

## **DIEGO HENRIQUE FERREIRA**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade.

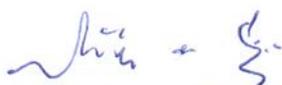
Araraquara, 20 de setembro de 2017.

### **BANCA EXAMINADORA**



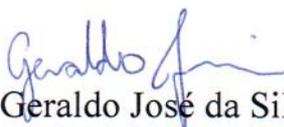
Dr. Franklin Behlau (Orientador)

Fundo de Defesa da Citricultura - FUNDECITRUS, Araraquara/SP



Dr. Antonio de Goes

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal/SP.



Dr. Geraldo José da Silva Junior

Fundo de Defesa da Citricultura - FUNDECITRUS, Araraquara/SP

## **DEDICATÓRIA**

**Ao meu pai Higino Luiz Ferreira Filho,**

**À minha mãe Maria Perpétua de Oliveira Ferreira,**

**À minha irmã Beatriz Caroline Ferreira,**

**Ao meu avô Antonio Ribeiro de Oliveira *(in memorian)*,**

**À minha avó Joanita Ramos de Oliveira *(in memorian)*,**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Higino Luiz Ferreira Filho e Maria Perpétua de Oliveira Ferreira que me incentivaram a fazer o mestrado e me apoiaram para que eu completasse mais essa etapa em minha vida.

Ao orientador PhD. Franklin Behlau, pela orientação e apoio na realização deste trabalho.

Ao Fundecitrus – Fundo de Defesa da Citricultura, na pessoa do seu presidente Dr. Lourival do Carmo Mônaco e do diretor Antonio Juliano Ayres, seus professores e funcionários pelo apoio e a oportunidade de participar do Curso de Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros.

Ao técnico agrícola do Fundecitrus Rafael Saraiva Fernandes, ao engenheiro agrônomo Luiz Henrique Mariano Scandelai e ao engenheiro agrônomo Marcelo Scapin que auxiliaram na execução e avaliação do experimento.

Aos engenheiros agrônomos Waldemar Zanini Junior e Marco Valerio Ribeiro pelo apoio durante a condução do experimento.

A empresa ALLPLANT na pessoa do sr. Giovane Barroti que autorizou a minha participação no mestrado e a me deu a oportunidade de realizar este trabalho e contribuir para a citricultura brasileira.

A todos os professores e alunos da V turma do Curso de Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros.

Aos proprietários da Fazenda Nova Manhã localizada no município de Paranavaí, Paraná, senhores Gilberto Pratinha, Antonio Pratinha (in memorian) e Marco Valerio Ribeiro que nos autorizaram a conduzir o experimento.

# Redução do intervalo de aplicação e adequação da dose de cobre para o controle do cancro cítrico

**Autor:** Diego Henrique Ferreira

**Orientador:** Franklin Behlau

## Resumo

O cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, é uma importante doença para a citricultura pois causa queda de frutos e danos econômicos ao produtor. O controle da doença é possível por meio da utilização de bactericidas cúpricos aplicados frequentemente no pomar. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da redução do intervalo de aplicação e adequação da dose de cobre metálico no controle do cancro cítrico. As aplicações de cobre foram realizadas em intervalos de 14 ou 21 dias, utilizando formulações de oxiclureto de cobre e óxido cuproso e três doses de cobre metálico por intervalo. As avaliações foram feitas para determinar a incidência da doença em folhas e frutos, queda prematura de frutos, a produtividade e a perda de produção relativa à doença. Não houve diferença significativa entre as duas formulações de cobre quando avaliadas no controle do cancro cítrico. Plantas que receberam pulverizações com 32 mg de cobre metálico/m<sup>3</sup> de copa a cada 14 dias e aquelas que foram pulverizadas com 63 e 42 mg/m<sup>3</sup> a cada 21 dias apresentaram as menores incidências de cancro em folhas e frutos. A queda de frutos também foi menor nesses tratamentos quando comparada às plantas que não receberam pulverizações com cobre e àquelas tratadas com 21 e 10 mg/m<sup>3</sup>. A perda de produção pela doença em plantas pulverizadas com 32 mg/m<sup>3</sup> a cada 14 dias foi igual àquelas tratadas com 42 e 63 mg/m<sup>3</sup> a cada 21 e inferior às plantas não pulverizadas ou tratadas com menores doses. A redução do intervalo de aplicação de 21 para 14 dias permite a redução da dose de cobre metálico para 32 mg/m<sup>3</sup>/aplicação sem interferir no controle da doença.

**Palavras-Chave:** *Citrus sinensis*, *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, cobre metálico, frequência.

# Reduction of spray interval and optimization of copper rate for citrus canker control

**Author:** Diego Henrique Ferreira

**Advisor:** Franklin Behlau

## Abstract

Citrus canker, caused by the bacterium *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, is an important disease on citrus because it causes fruit drop and economic losses. The disease control is possible through the frequent spray of copper bactericides. The objective of this study was to evaluate the reduction of spray interval and optimization of copper rate for citrus canker control on young sweet orange trees. Two formulations of copper, copper oxychloride and cuprous oxide, were sprayed every 14 or 21 days using three rates of metallic copper per interval. The evaluations assessed the incidence of canker on leaves and fruit, premature fruit drop, yield and crop loss related to the disease. There was no difference between the two copper formulations for control of the citrus canker. Trees sprayed with 32 mg metallic copper/m<sup>3</sup> of canopy every 14 days and those sprayed with 63 and 42 mg/m<sup>3</sup> every 21 days had the lowest citrus canker incidence on leaves and fruit. The fruit drop was also lower in these treatments when compared to the trees that did not receive copper sprays and those treated with 21 and 10 mg/m<sup>3</sup>. Crop loss due to canker in trees sprayed with 32 mg/m<sup>3</sup> every 14 days was similar to that observed for trees treated with 42 and 63 mg/m<sup>3</sup> sprayed every 21 days and significantly lower than in the non-treated trees or trees treated with lower copper rates. The reduction of the spray interval from 21 to 14 days allows the reduction of metallic copper rate to 32 mg/m<sup>3</sup> without interfering in the control of citrus canker.

**Keywords:** *Citrus sinensis*, *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, metallic copper, frequency.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista aérea geral (a) e detalhada (b) da área utilizada no estudo. Polígonos em azul e vermelho em (b) indicam a localização das áreas utilizadas nos anos 1 e 2, respectivamente..... 7
- Figura 2.** Precipitação mensal, em mm, medida na fazenda utilizando pluviômetro volumétrico nas safras 2014/15, 2015/16 e a média histórica (1975-2016) em Paranavaí, Paraná. .... 13
- Figura 3.** Quantidade de cobre metálico em mg/m<sup>3</sup> aplicados anualmente nos tratamentos com óxido cuproso e oxiclreto de cobre nas frequências de 14 e 21 dias (a). Quantidade de cobre metálico em kg/ha aplicados anualmente nos tratamentos com óxido cuproso e oxiclreto de cobre nas safras 2014/15 e 2015/16 (b). .... 14
- Figura 4.** Progresso temporal da incidência de folhas de laranja ‘Pera’ com cancro em plantas tratadas com óxido cuproso (a, c) e oxiclreto de cobre (b, d) nas safras 2014/15 (a, b) e 2015/16 (c, d). .... 15
- Figura 5.** Área abaixo da curva de progresso de incidência de cancro cítrico em folhas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso e oxiclreto de cobre nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). .... 16
- Figura 6.** Incidência de frutos com cancro cítrico na colheita em plantas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso e oxiclreto de cobre nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). .... 17
- Figura 7.** Número acumulado de frutos com cancro cítrico até colheita em plantas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso e oxiclreto de cobre nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). .... 19
- Figura 8.** Produção de frutos em plantas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso e oxiclreto de cobre nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). .... 20
- Figura 9.** Percentual de perda de produção por cancro cítrico em plantas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso e oxiclreto de cobre nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). .... 21

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Formulações, fonte, doses, intervalo de aplicação, número de aplicações e quantidade de cobre por ano avaliados para o controle de cancro cítrico em Paranaíba, PR nas safras 2014/15 e 2015/16..... 9
- Tabela 2.** Descrição dos volumes de copa apresentados pelas plantas durante os dois anos em que o experimento foi conduzido, volume de calda aplicado, quantidade de pontas na barra de pulverização, tipos de pontas utilizados na barra de pulverização e pressão de trabalho do pulverizador..... 10
- Tabela 3.** Comparação da eficiência de óxido cuproso (OxCu) e oxiclreto de cobre (OxClCu) aplicados na mesma dose de cobre metálico no controle de cancro cítrico e impacto na produção das plantas.....22
- Tabela 4.** Custo dos produtos, operacional e total (R\$/ha), prejuízo causado pela queda prematura de frutos, redução do prejuízo relacionado ao controle e o retorno financeiro devido ao controle do cancro cítrico (R\$/há) nos diferentes tratamentos com intervalos de aplicação e dose de cobre em pomar jovem de laranja doce ‘Pera’ na safra 2014/15 no município de Paranaíba/PR.....23
- Tabela 5.** Custo dos produtos, operacional e total (R\$/ha), prejuízo causado pela queda prematura de frutos, redução do prejuízo relacionado ao controle e o retorno financeiro devido ao controle do cancro cítrico (R\$/há) nos diferentes tratamentos com intervalos de aplicação e dose de cobre em pomar jovem de laranja doce ‘Pera’ na safra 2015/16 no município de Paranaíba/PR..... 24
- Tabela 6.** Comparação do número e coincidência de pulverizações previstas por safra para calendário de aplicação visando a aplicação de cobre para o controle do cancro cítrico em intervalos de 14 ou 21 dias conciliado com a aplicação de inseticida para controle de *Diaphorina citri* em intervalos de 14 dias e aplicação de cobre e estrobilurina a cada 28 (2x) e 42 dias (3x), respectivamente, para o controle de mancha preta dos citros.....25

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.1. Descrição da área experimental.....	7
2.2. Determinação do volume de copa .....	8
2.3. Tratamentos .....	8
2.4. Aplicações de cobre.....	9
2.5. Delineamento experimental e avaliações .....	11
2.6. Análise estatística dos dados .....	11
2.7. Análise econômica.....	12
3. RESULTADOS .....	13
4. DISCUSSÃO .....	27
5. CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS .....	32

## 1. INTRODUÇÃO

*Xanthomonas citri* subsp. *citri* é o patógeno causador do cancro cítrico, uma importante doença para a citricultura em diversas regiões do mundo (Stall & Seymor, 1983; Gottwald et al., 2002). O cancro cítrico ocorre de forma severa em regiões onde o clima no verão apresenta temperaturas entre 25 a 35°C, elevada umidade relativa do ar e no mínimo 4 horas de molhamento foliar (Dalla et al., 2006). Os sintomas se manifestam em folhas, ramos e frutos na forma de lesões necróticas (Behlau & Belasque, 2014). A doença tem grande importância econômica porque reduz a produtividade das plantas, provoca desfolha e queda prematura de frutos (Gottwald et al., 2002).

Os sintomas característicos do cancro cítrico são lesões concêntricas que se iniciam na face inferior da folha na forma de pontos salientes de coloração marrom clara e evoluem para lesões maiores com uma cor mais escura. Estas lesões escuras, semelhantes à verrugas, na grande maioria das vezes são circundadas por um halo amarelado que está presente em ambas as faces da folha. Entretanto, as lesões também podem ocorrer sem a presença do halo amarelado ou em apenas uma face da folha (Behlau & Belasque, 2014). Os ramos também podem ser infectados pela bactéria e os sintomas causados nestes órgãos são semelhantes aos observados nas folhas (Behlau & Belasque, 2014). Nos frutos, as lesões concêntricas evoluem para rachaduras na casca que são resultado do crescimento da lesão e a morte de tecidos. (Leite Junior, 1990; Behlau & Belasque, 2014). Frutos doentes podem cair prematuramente ou permanecer na planta até a colheita (Behlau & Belasque, 2014; Marti, 2016). No primeiro caso, a planta perde em produtividade devido à queda prematura dos frutos e no segundo, apesar do fruto permanecer na planta até a colheita, este se torna inviável para o comércio no mercado de fruta fresca (Behlau & Belasque, 2014).

No Estado de São Paulo até o ano de 2016, vigorou a legislação que determinava a erradicação das plantas sintomáticas pelo citricultor, pulverizações com cúpricos e a realização de inspeções frequentes (Massari & Belasque Junior, 2006; Behlau et al., 2016). Porém, a partir do início do ano de 2017 ficou regulamentado pela Instrução Normativa 37 que os estados terão que adotar um dentre 4 cenários possíveis: (i) praga ausente no estado, (ii) área livre da praga, (iii) supressão ou erradicação e (iv) sistema de mitigação de risco (SMR) (Brasil, 2016). O estado de São Paulo, por meio da publicação da Resolução SAA 10, definiu o sistema de mitigação de risco como medida oficial de controle (São Paulo, 2017).

Regiões endêmicas em relação à doença, como os estados da região Sul do Brasil, Argentina, Uruguai e EUA, fazem seu controle por meio da utilização de manejo integrado. Quebra ventos, desinfestação do material de colheita, plantio de mudas sadias de variedades menos suscetíveis, controle da lagarta-minadora-dos-citros *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepdoptera: Gracillariidae) e utilização de bactericidas cúpricos são medidas importante no manejo da doença em pomares (Behlau & Belasque, 2014). Dentre as medidas preconizadas para o manejo do cancro cítrico uma das mais importantes é a aplicação de cobre. Os bactericidas cúpricos apresentam alta toxicidade aos patógenos de plantas (Cha & Cooksey, 1991), apresentam baixa toxicidade aos animais (Adaskaveg & Hine, 1985), possuem estabilidade química e longo período residual (Olson & Jones, 1983; Menkissoglu & Lindow, 1991). Estes fatores levaram à ampla utilização do cobre para o controle de doenças bacterianas (Behlau et al., 2010; Behlau et al., 2017).

A bactéria *X. citri* subsp. *citri*, pode ser disseminada por meio de mudas contaminadas pela doença, material de colheita, trânsito de veículos e implementos no pomar. Para que haja a disseminação da bactéria por meio de implementos é essencial que estes estejam molhados, pois a água promove a liberação das bactérias existentes nas lesões e serve como veículo para a disseminação. Além disso, é necessário que haja água para que a sobrevivência da bactéria fora do tecido vegetal seja prolongada (Behlau & Belasque, 2014). Normalmente, quando as plantas estão secas, os implementos não disseminam a doença para plantas sadias. Outra forma de disseminação da bactéria é a ocorrência de chuvas que, por ação do vento, levam a bactéria por meio de respingos a curtas e longas distâncias (Behlau & Belasque, 2014).

A disseminação é necessária para que a bactéria entre em contato com a superfície da planta, porém a ocorrência da doença depende da infecção dos tecidos. Uma vez em contato com a superfície da planta, a bactéria penetra nos tecidos por meio de aberturas que podem ser naturais, como é o caso dos estômatos, por ferimentos mecânicos causados por atrito entre as partes da própria planta, por implementos ou abrasão por partículas de poeira (Crosse et al., 1972; Daft & Leben, 1972). Outro tipo de ferimento que é muito importante para a penetração da bactéria no tecido vegetal é o dano causado por insetos mastigadores. Jesus Junior et al., (2006) observaram maior incidência e severidade da doença em folhas feridas por *P. citrella* e nessas plantas os tecidos se mantiveram suscetíveis a infecção por período mais longo do que aquelas feridas manualmente. Plantas inoculadas com suspensão bacteriana quatro dias após a incubação dos ovos da lagarta-minadora demoram 12 dias para atingir 100% de incidência de cancro cítrico em folhas enquanto aquelas inoculadas dois dias após a incubação dos ovos

atingiram 100% de incidência em seis dias após a inoculação da bactéria. Plantas com ferimentos causados mecanicamente e inoculadas dois dias após o dano mecânico atingiram 30% de incidência de cancro em folhas 15 dias da inoculação de *X. citri* subsp. *citri* (Jesus Junior et al., 2006). Desta forma, fica evidenciado que o controle rápido e eficaz desses insetos é fundamental para a redução da penetração da bactéria em folhas.

A bactéria, quando em condições favoráveis, coloniza os tecidos próximos ao ponto de penetração. A fase de colonização é caracterizada pelo aumento do número de células bacterianas nos espaços intercelulares da camada localizada abaixo da epiderme das folhas (Behlau & Belasque Junior, 2014). A primeira fase da colonização se dá pelo aumento do número e tamanho das células vegetais próximo ao ponto de penetração. Em seguida, a bactéria produz enzimas que dão maior permeabilidade as membranas celulares e consequente rompimento das células vegetais. O conteúdo celular contendo nutrientes é extravasado no mesófilo foliar e é usado para a nutrição da colônia (Stall & Seymour, 1983; Behlau & Belasque Junior, 2014).

Dessa forma, os tecidos das plantas ficam com um aspecto mais escuro como se estivesse encharcado e assim dá-se a esse sintoma o nome de encharcamento (Das, 2003; Behlau & Belasque Junior, 2014). A partir de então, com o aumento do número de células e posterior morte delas, um amontoado de células mortas se concentram no centro da colônia onde se percebe lesões salientes e as bactérias permanecem vivas no halo encharcado que envolve as lesões. A bactéria sobrevive no pomar em lesões velhas encontradas em frutos, folhas e ramos que permanecem na planta por um ou mais anos. Em condições ambientais favoráveis estas lesões liberam bactérias que são dispersas por meio da chuva associada ao vento para outras partes da planta ou para outras plantas dentro do pomar e assim se inicia um novo ciclo da doença (Leite Junior, 1990; Graham et al., 1992; Behlau & Belasque Junior, 2014).

Todas as espécies comerciais de citros são suscetíveis a *X. citri* subsp. *citri*, sendo os pomelos e limões as espécies que apresentam maior suscetibilidade. Graham et al. (1992) observaram que os pomelos são mais suscetíveis que as laranjas doces e estas mais suscetíveis que as tangerinas que geralmente desenvolvem pequena quantidade de sintomas. Folhas e frutos apresentam diferentes períodos de susceptibilidade à infecção pela bactéria, sendo as folhas suscetíveis por um período de 4 a 6 semanas após a brotação se tornando menos suscetíveis após este período desde que não haja ferimentos (Behlau & Belasque, 2014). Para os frutos, há

uma forte relação entre seu tamanho e o desenvolvimento de resistência a infecção pela bactéria (Fulton & Bowman, 1929).

O período de maior susceptibilidade dos frutos à infecção, geralmente varia entre 90 a 120 dias após a queda de pétalas ou até atingirem aproximadamente 50 mm de diâmetro, pois nessa fase há uma maior taxa de crescimento do fruto (Graham et al., 2010; Marti, 2016). Graham et al. (1992) observaram que frutos entre 20 e 40 mm de diâmetro eram mais suscetíveis a infecção pela bactéria, sendo os maiores mais resistentes e nos menores a infecção era inconsistente, possivelmente porque nessa fase do desenvolvimento os estômatos não estão completamente abertos. Marti, (2016) observou que quanto mais cedo ocorre a infecção em frutos, maior o tamanho da lesão, maior a proximidade ao pedúnculo e maior é a queda prematura. Frutos que apresentaram sintomas em outubro e novembro, com 30 a 40 mm de diâmetro, apresentaram maior porcentagem de queda, enquanto frutos infectados em dezembro (45 mm) não caíram. Dessa forma, é fundamental que se concentre maiores esforços para controlar a doença nessa fase para minimizar a queda de frutos.

Os bactericidas cúpricos agem de forma preventiva no controle da doença e não têm ação curativa ou sistêmica. Os cobres fixos são menos fitotóxicos uma vez que, os íons de cobre são liberados lentamente e controlam melhor a doença quando comparados as formulações com cobre solúvel (Behlau et al., 2017). O cobre fixo é predominantemente insolúvel e quando aplicado sobre a superfície da planta os íons de cobre aderem-se a mesma para formarem uma barreira protetora. Essa ação protetora do cobre pode se estender por até 45 dias dependendo das condições climáticas (Menkissoglu & Lindow, 1991). As partículas de cobre em contato com a água e baixo pH da superfície da folha liberam íons de cobre que são tóxicos as células bacterianas (Gadd & Griffiths, 1978; Zevenhuizen et al., 1979). A concentração de íons de cobre nas folhas depende do equilíbrio estabelecido entre as formas insolúveis e solúveis (Menkissoglu & Lindow, 1991). Exsudatos da planta são importantes na solubilização do cobre por formarem ácidos orgânicos que reduzem o pH na superfície da folha e aumentam a solubilidade do cobre (Arman & Wain, 1958). Aplicações de cobre reduzem o inóculo para os novos fluxos vegetativos, protegem a expansão dos frutos e da superfície das folhas (Timmer, 1988; Gottwald & Timmer, 1995; Behlau et al., 2008).

Aplicações de bactericidas cúpricos são necessárias quando a planta apresenta tecidos suscetíveis e as condições climáticas são favoráveis ao patógeno (Behlau et al., 2010). O número de aplicações depende da variedade, condições climáticas e associação a outras técnicas de manejo (Stall & Seymour, 1983; Gottwald et al, 2002). O intervalo de aplicação de

bactericidas cúpricos é um fator importante no manejo do cancro cítrico em pomares. Intervalos menores repõem a camada protetora com maior frequência e deixam os tecidos desprotegidos por menos tempo. Por apresentar maior fluxo vegetativo mais frequente e desuniforme, pomares jovens são mais predispostos à ocorrência de cancro cítrico e, por isso, exigem intervalos de aplicação menores do que os pomares adultos (Behlau et al., 2010; Behlau & Belasque, 2014). Behlau et al. (2010) estudando intervalos de aplicação de cobre em pomares jovens de laranja doce chegaram à conclusão que intervalos entre 21 e 28 dias eram suficientes para o controle do cancro cítrico. Intervalos menores, de 7 e 14 dias, apresentaram menor incidência de cancro cítrico em folhas, porém com menor relação custo-benefício quando comparadas aos intervalos de aplicação maiores. Como o estudo avaliou apenas uma dose de cobre, a viabilidade econômica dos tratamentos com menores intervalos foi comprometida pela utilização de maior quantidade de bactericida cúprico.

Atualmente, com o aumento expressivo do custo de produção intensificou-se os estudos em busca da adequação da dose de cobre e volume de calda para o controle da doença. Dessa forma, volumes de calda e doses de agrotóxicos são aplicados em função do volume de copa das plantas que é determinado em função da altura, largura e distância entre plantas na rua. Pela multiplicação entre essas variáveis e a quantidade de plantas em um hectare obtém-se o volume de copa por hectare. Aplicações de cobre metálico entre 40 e 50 mg/m<sup>3</sup> até a dose máxima de 1 kg/ha de cobre metálico se mostraram eficazes no controle do cancro cítrico e com boa relação custo-benefício (Scapin et al., 2015; Behlau et al., 2017).

Na citricultura brasileira é comum a utilização de grandes volumes de calda por hectare nas aplicações de agrotóxicos. Além disso, são realizadas aplicações com o mesmo volume de calda em pomares com diferentes volumes de copa. Dessa forma, há um elevado consumo de água e um grande desperdício de agrotóxicos que, ao atingirem o solo, podem causar contaminação (Matthews, 1992; Ramos et al., 2007). A crescente preocupação com o impacto ambiental das pulverizações de agrotóxicos faz com que aumente os estudos em tecnologia e otimização das pulverizações para as culturas de interesse econômico. Desta forma, para culturas perenes, além da dose de ingredientes ativos, é conveniente calibrar também o volume de pulverização com base no volume de copa por hectare do pomar (Scapin et al., 2015; Silva Junior et al., 2016b). A partir da determinação do volume de copa por hectare é definido o volume de calda a ser aplicado por metro cúbico levando-se em consideração o tipo de equipamento utilizado, condições ambientais e alvo a ser atingido, se externo ou interno por exemplo.

Scapin et al. (2015) obtiveram controle satisfatório do cancro cítrico utilizando o volume de calda de 70 mL/m<sup>3</sup> de copa e dose de 37 mg de cobre metálico/m<sup>3</sup> de copa. No mesmo trabalho, também foi observado que a aplicação de 40 mL/m<sup>3</sup> foi suficiente para controlar a doença, porém a dose de cobre foi corrigida para 52 mg /m<sup>3</sup>. Este volume de calda associado à dose de 21 mg/m<sup>3</sup> não controlou a doença de maneira significativa. Desta forma, ficou evidente que a variação da dose foi mais determinante para o controle da doença do que os volumes de calda avaliados.

O controle do cancro cítrico é fundamental para a formação e também para a manutenção da produtividade dos pomares de citros. Outras doenças, como a mancha preta dos citros, causada pelo fungo *Phyllosticta citricarpa* e o huanglongbing (HLB) causado pela bactéria *Candidatus Liberibacter spp.*, também podem contribuir para a perda de produção. Entre as medidas necessárias para o controle dessas doenças, as pulverizações frequentes de agrotóxicos são comuns. O sucesso no controle do HLB está diretamente ligado ao controle do inseto vetor *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) e ao intervalo de aplicação de inseticidas (Miranda et al., 2011). Os talhões de bordadura recebem pulverizações de inseticidas a cada 7 dias e os demais talhões da propriedade são pulverizados a cada 14 a 30 dias (Belasque Junior et al., 2010a). Na prática, as propriedades que têm feito o controle do psilídeo nos talhões do interior da propriedade em intervalos de 14 dias tem obtido maior sucesso no controle da doença.

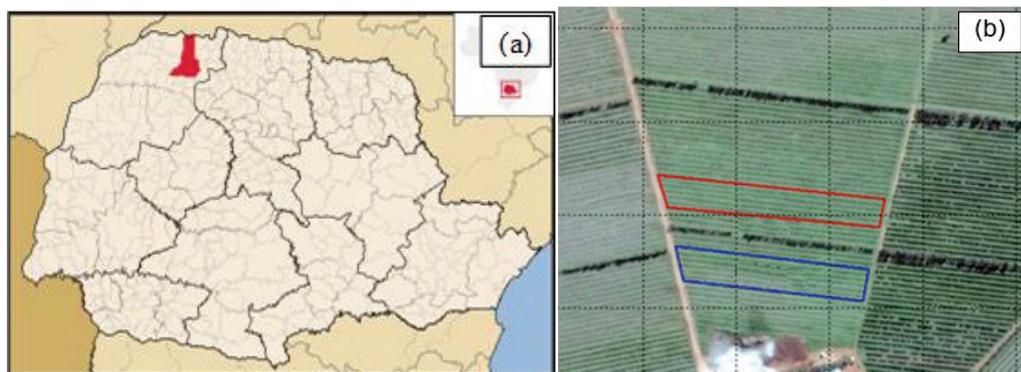
As medidas de controle químico adotadas para a mancha preta dos citros é a pulverização com fungicidas protetores (cobre) e sistêmicos (estrobilurinas). É recomendado que os protetores sejam aplicados em intervalos de 21 a 28 dias e os sistêmicos pulverizados em intervalos de 35 a 42 dias (Silva Junior et al., 2016a). Estudos recentes mostraram que a mancha preta pode ser controlada com volumes de calda próximos de 75 mL/m<sup>3</sup>, similares àqueles utilizados para o controle do cancro cítrico (Silva Junior et al., 2016b).

Desta forma, uma das maneiras de reduzir os custos de produção é sincronizar os intervalos entre pulverização para controlar as diferentes doenças. Além da redução do custo operacional essa sincronização também confere mais tempo disponível para a realização de outras atividades como adubação, aplicação de herbicidas, etc. Assim, considerando a necessidade de pulverizações cada vez mais frequentes e de conciliar o manejo de diversas doenças e pragas, objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito da redução do intervalo de aplicação e adequação da dose de cobre para o controle do cancro cítrico em pomar jovem de laranja 'Pera' com ocorrência endêmica da doença.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Descrição da área experimental

O presente trabalho foi conduzido no município de Paranaíba, região Noroeste do Estado do Paraná com latitude de 22° 44' S, longitude de 52° 31' W e altitude de 520 m, em pomar jovem de laranja doce cultivar 'Pera Rio' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], enxertado sobre limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e plantado em espaçamento 6,5 m x 2,5 m (615 plantas/ha). O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1948), é subtropical Cfa, caracterizado por apresentar temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e a média no mês mais quente é superior a 22°C (Köppen, 1948). Essa região apresenta verões quentes, geadas com pouca frequência e tendência de concentração de chuvas no verão. O experimento foi iniciado em agosto de 2014 quando as plantas tinham um ano e dez meses de idade e foi conduzido por duas safras subsequentes, até agosto de 2016. Na safra 2014/15 o experimento foi conduzido em um talhão localizado próximo à sede da fazenda e mais exposto a ventos incidentes. Na safra 2015/16, o experimento foi repetido, porém em um talhão localizado em área abaixo do experimento anterior, no interior da propriedade e menos exposto a ventos incidentes (Figura 1).



**Figura 1.** Localização do município de Paranaíba (em vermelho) no estado do Paraná. Fonte: Wikipédia. (a) vista aérea da área utilizada no estudo (b). Polígonos em azul e vermelho em (b) indicam a localização das áreas utilizadas nas safras 2014/15 e 2105/16, respectivamente.

As precipitações mensais ocorridas durante a condução do estudo foram obtidas com a utilização de um pluviômetro posicionado a 100 metros da área experimental. Os dados referentes a precipitação foram coletados diariamente e acumulados para obter a quantidade de chuva mensal. As precipitações mensais foram comparadas com a intensidade de

ocorrência de cancro cítrico durante o período do estudo e também com as médias mensais históricas para o município de Paranavaí, Paraná, obtidas junto a Instituto Agrônomo do Paraná, IAPAR, em Londrina no Paraná.

## **2.2. Determinação do volume de copa**

O volume de copa por hectare foi determinado pela divisão da área correspondente a um hectare (10.000 m<sup>2</sup>) pelo espaçamento entre linhas do pomar em metros. A partir daí multiplicou-se este valor pela altura e largura média das plantas, estimadas pela média de 10% das plantas do talhão onde foi conduzido o experimento (Scapin et al., 2015). Os volumes de copa foram calculados antes do início das pulverizações no mês de julho e recalculados no mês de dezembro de cada ano. No ano 1, os volumes médios de copa calculado para as plantas foram de 7,7 m<sup>3</sup>/planta (4.735 m<sup>3</sup>/ha) e 10,5 m<sup>3</sup>/planta (6.458 m<sup>3</sup>/ha) nos meses de julho e dezembro, respectivamente. Os volumes de copas calculados para o ano 2 foram 11 m<sup>3</sup>/planta (6.765 m<sup>3</sup>/ha) em julho e 21 m<sup>3</sup>/planta (12.915 m<sup>3</sup>/ha) em dezembro.

## **2.3. Tratamentos**

Os tratamentos avaliados (Tabela 1) foram estabelecidos com base nas doses aplicadas por citricultores do Paraná e trabalhos anteriores (Graham et al., 2006; Behlau et al., 2008; Behlau et al., 2010) para o controle do cancro cítrico em aplicações realizadas a cada 21 dias. Para as aplicações realizadas em intervalos menores, de 14 dias, as doses de cobre testadas também foram reduzidas. As doses dos tratamentos usualmente recomendadas em gramas de cobre metálico por 100 litros foram transformadas para mg de cobre metálico/ m<sup>3</sup> de copa, seguindo a tendência recente de ajuste da dose de ingrediente ativo por volume de planta cítrica (Scapin, et al. 2015; Silva Junior et al. 2016b) (Tabela 1). As doses e intervalos selecionados foram avaliados utilizando um produto comercial a base de oxicloreto de cobre (Difere, 35% de cobre metálico, Oxiquímica, Jaboticabal) e outro a base de oxido cuproso (Redshield, 75% de cobre metálico, Agrovant Comércio de Produtos Agrícolas Ltda, Jaboticabal) (Tabela 1).

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

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

<sup>a</sup> OxCu, óxido cuproso; <sup>b</sup> OxClCu, oxiclreto de cobre

#### 2.4. Aplicações de cobre

As aplicações de bactericidas cúpricos se iniciaram a partir de agosto de 2014 e agosto de 2015, logo no início das primeiras vegetações floríferas. Essas pulverizações eram repetidas em intervalos de 14 ou 21 dias dependendo do tratamento e as plantas das parcelas testemunhas eram pulverizadas com água. Para realização dessas aplicações foi utilizado um pulverizador de 4000 litros (Guliver 4000, FMCopling, Araraquara) e um trator de 75 CV (5075E, John Deere, Ribeirão Preto). O volume de calda foi estabelecido em 70 mL/m<sup>3</sup> de copa baseado em trabalho anterior (Scapin et al., 2015). As plantas do experimento foram cubizadas duas vezes por ano, uma no início das pulverizações e outra no mês de dezembro (Tabela 2). A partir dos volumes das plantas foram ajustadas a vazão por hectare, tipo de bico, número de bicos abertos e a pressão, para que se mantivesse o volume de calda em 70 mL/m<sup>3</sup> de copa (Tabela 2).

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

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

## 2.5. Delineamento experimental e avaliações

Treze tratamentos com quatro repetições cada foram distribuídos de maneira inteiramente casual na área. Cada parcela foi composta por cinco plantas seguidas na linha, no entanto, apenas as três plantas centrais foram avaliadas e as duas plantas laterais serviram como bordadura. Da mesma forma, entre as linhas de plantio onde foram demarcadas as parcelas foi mantida uma linha sem pulverização visando evitar que a pulverização realizada em uma parcela não atingisse a outra linha onde estava a parcela do tratamento.

Mensalmente, de setembro a maio de cada safra, foi avaliada a incidência da doença em folhas de ramos em fase V7 (ramos com folhas maduras, coloração verde escura e totalmente expandida). A avaliação foi realizada dividindo a planta em quadrantes e observando a incidência de cancro cítrico em um ramo por quadrante na parte mediana da planta (Leite Junior et al., 1987; Behlau et al., 2007). Em cada ramo avaliado foram contadas a quantidade total de folhas e de folhas sintomáticas. Estas informações foram utilizadas para determinar a incidência de folhas com cancro cítrico e calcular a área abaixo da curva de progresso de incidência (AACPI) da doença (Madden et al., 2007).

A partir do início da queda de frutos (dezembro) foram iniciadas as avaliações de número de frutos caídos com a presença de lesões de cancro cítrico em intervalos de 15 a 30 dias até a colheita. A produção média das plantas de cada tratamento foi obtida pela colheita e pesagem de todos os frutos da parcela útil e dividido pelo número de plantas. Uma amostra de 100 frutos por parcela foi utilizada para a determinação da incidência, em porcentagem, de frutos com cancro cítrico que permaneceram na planta até a colheita e o peso médio dos frutos. O percentual de perda por cancro cítrico foi determinado pela proporção do número de frutos caídos com a doença em relação ao número total de frutos da planta (colhidos+caídos). O número de frutos colhidos por planta foi estimado pela divisão da produtividade de cada planta em quilos pelo peso médio dos frutos da parcela (Behlau et al, 2017).

## 2.6. Análise estatística dos dados

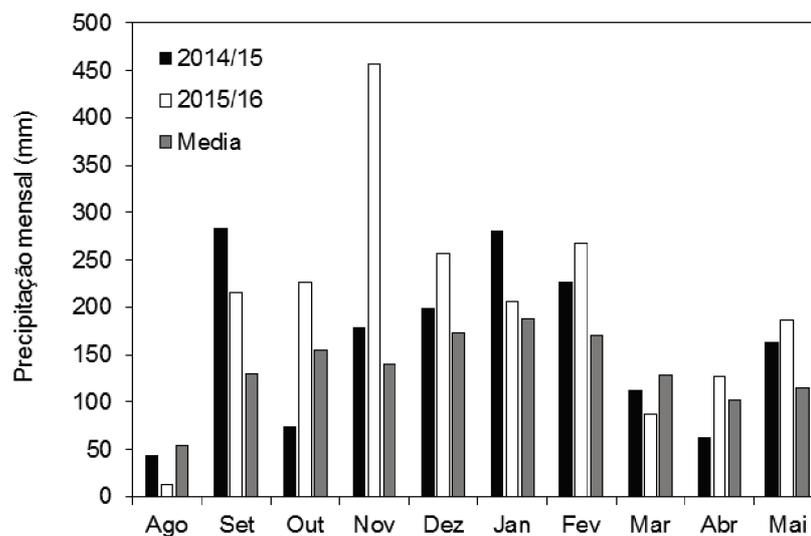
Os dados foram transformados em  $\log(x+0,5)$  e o programa estatístico Agroestat (Barbosa & Maldonado Junior, 2009) foi empregado para a análise de variância dos dados e comparação das médias dos tratamentos. A comparação das médias foi feita pelo teste de Scott-Knott e teste t ( $P < 0,05$ ).

## 2.7. Análise econômica

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

### 3. RESULTADOS

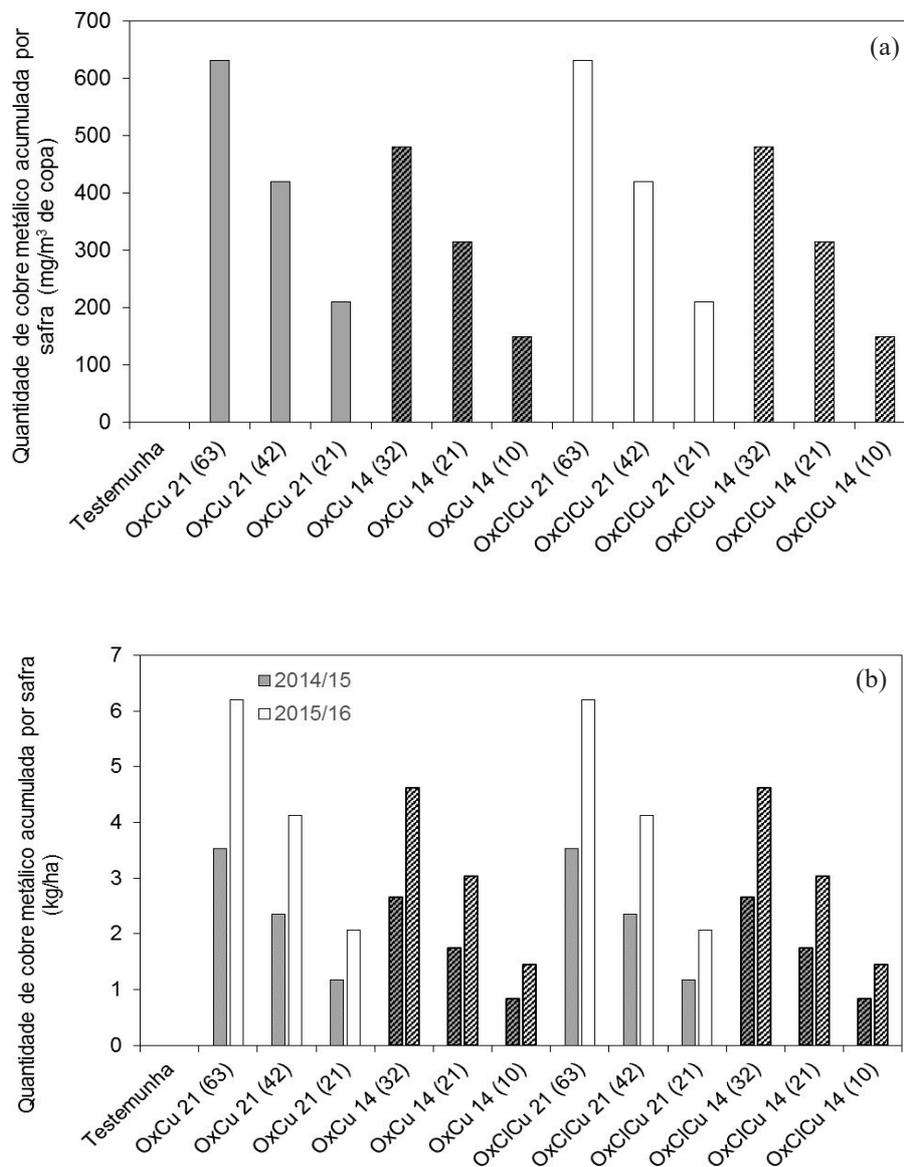
Em ambas as safras estudadas, as precipitações acumuladas durante o período do estudo foram superiores à média histórica acumulada para o mesmo período no município de Paranavaí, Paraná. A precipitação acumulada em milímetros para cada safra estudada, 2014/15 e 2015/16, foi 1.621 e 2.043 milímetros (mm), respectivamente, enquanto a média histórica dos últimos trinta anos para o mesmo período de acordo com IAPAR foi de 1.355 mm. Sendo assim, as safras 2014/15 e 2015/16 registraram índices pluviométricos acumulados 19,6 e 50,7% superiores à média esperada para o período estudado respectivamente. Na safra 2014/15, as chuvas mais volumosas foram observadas a partir do mês de setembro e se mantiveram em volumes superiores à média até o mês de fevereiro. A exceção foi o mês de outubro/14 quando o volume de chuva registrado significou menos da metade da média histórica esperada para aquele mês. Na safra 2015/16, as precipitações mais volumosas se iniciaram a partir da primavera e se mantiveram acima da média até o mês de fevereiro/16 (Figura 2).



**Figura 2.** Precipitação mensal, em mm, medida na fazenda utilizando pluviômetro volumétrico nas safras 2014/15, 2015/16 e a média histórica (1975-2016) em Paranavaí, Paraná.

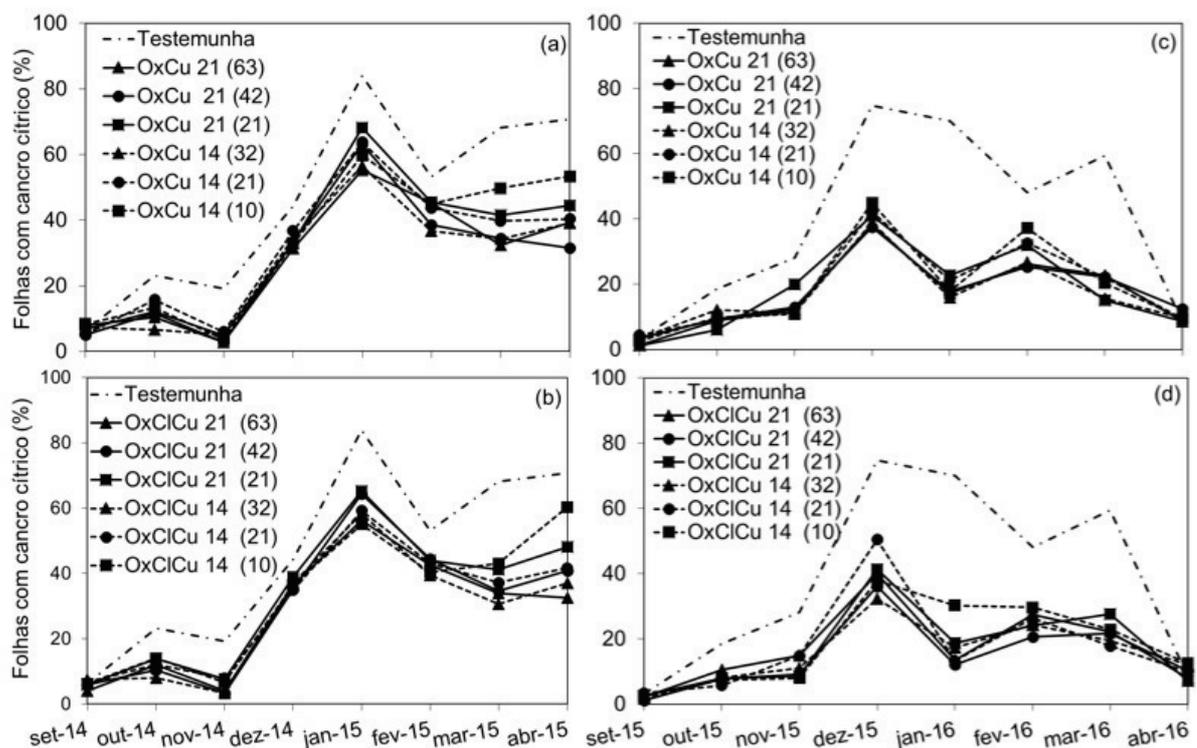
A quantidade total de cobre aplicada durante toda a safra variou conforme a frequência de aplicação e dose utilizadas. Plantas pulverizadas a cada 21 dias, receberam durante toda a safra quantidades de cobre metálico entre 630 e 210 mg/m<sup>3</sup> para maior e menor dose, respectivamente. Pulverizações a cada 14 dias resultaram durante toda a safra em doses entre 480 e 150 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico para a maior e menor dose avaliadas, respectivamente (Figura 3 a). A variação no volume de copa fez com que, mesmo aplicando as mesmas doses por metro cúbico em cada tratamento, a quantidade de cobre metálico por hectare apresentasse

variação entre as safras. Na safra 2014/15, plantas pulverizadas a cada 21 dias receberam durante a safra 3,5 e 1,2 kg/ha de cobre metálico para os tratamentos com 63 e 21 mg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Os mesmos tratamentos em 2015/16 receberam 6,2 e 2,0 kg/ha de cobre metálico, respectivamente. Dessa forma, se comparamos as duas safras houve um aumento de 77 e 66% na quantidade aplicada em 2015/16 em relação a 2014/15. O mesmo ocorreu para as plantas pulverizadas a cada 14 dias. Os tratamentos com 32 e 10 mg/m<sup>3</sup> depositaram 2,7 e 0,8 kg/ha de cobre metálico durante a safra 2014/15 e 4,6 e 1,4 durante a safra 2015/16, respectivamente (Figura 3 b).



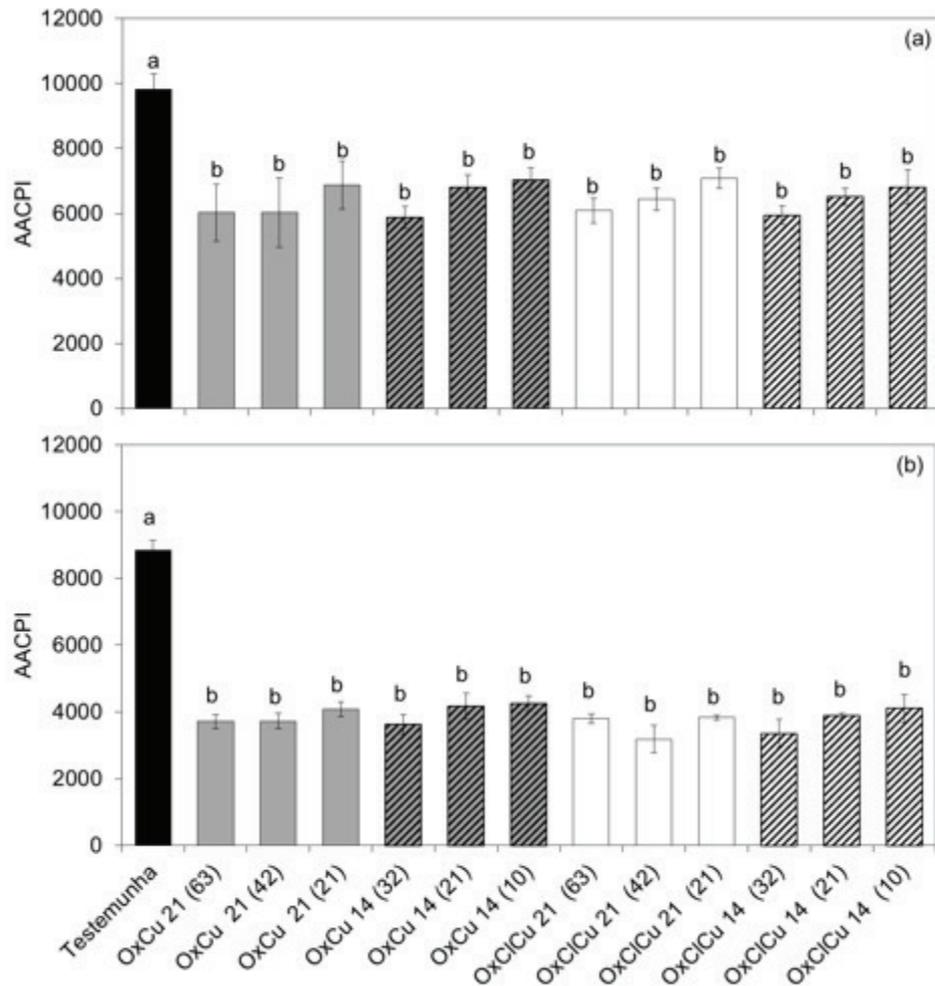
**Figura 3.** Quantidade total de cobre metálico por safra em mg/m<sup>3</sup> (a) e kg/ha (b) aplicados pelos tratamentos com óxido cuproso (OxCu) e oxiclreto de cobre (OxCuCl) nos intervalos de 14 e 21 dias. Números subsequentes às indicações de formulações representam o intervalo de aplicação, em dias, e a dose de cobre metálico/m<sup>3</sup> de copa, respectivamente.

A incidência de cancro cítrico em folhas foi menor nas parcelas tratadas com cobre em relação as parcelas do tratamento testemunha para todas as doses e intervalos estudados, porém não houve diferença entre as fontes de cobre testadas (Figura 4). Na safra 2014/15 a porcentagem de folhas com lesões de cancro cítrico aumentou de forma mais intensa a partir do mês de dezembro/14 e atingiu o pico no mês de janeiro/15. Neste mês, a testemunha apresentou 83,9% de folhas com lesões contra 54,3% para o melhor tratamento com cobre. A porcentagem de folhas doentes para todos os tratamentos a partir de dezembro/14 se manteve em níveis próximos ou superiores a 40% até o final das avaliações no mês de abril (Figura 4 a, b). Na segunda safra, 2015/16, foi observado um padrão semelhante para a porcentagem de folhas com lesões de cancro cítrico em relação ao ano anterior, porém com algumas diferenças. A incidência da doença em folhas aumentou mais lentamente a partir de outubro/15 até chegar ao pico em dezembro/15, quando a testemunha apresentou 74,8% das folhas com lesão e o tratamento com a menor incidência de cancro cítrico em folhas 32,3% (Figura 4 c, d).



**Figura 4.** Progresso temporal da incidência de folhas de laranja ‘Pera’ com cancro em plantas tratadas com óxido cuproso (OxCu) (a, c) e oxiclreto de cobre (OxClCu) (b, d) nas safras 2014/15 (a, b) e 2015/16 (c, d). Números subsequentes às indicações de formulações representam o intervalo de aplicação, em dias, e a dose de cobre metálico/m<sup>3</sup> de copa, respectivamente.

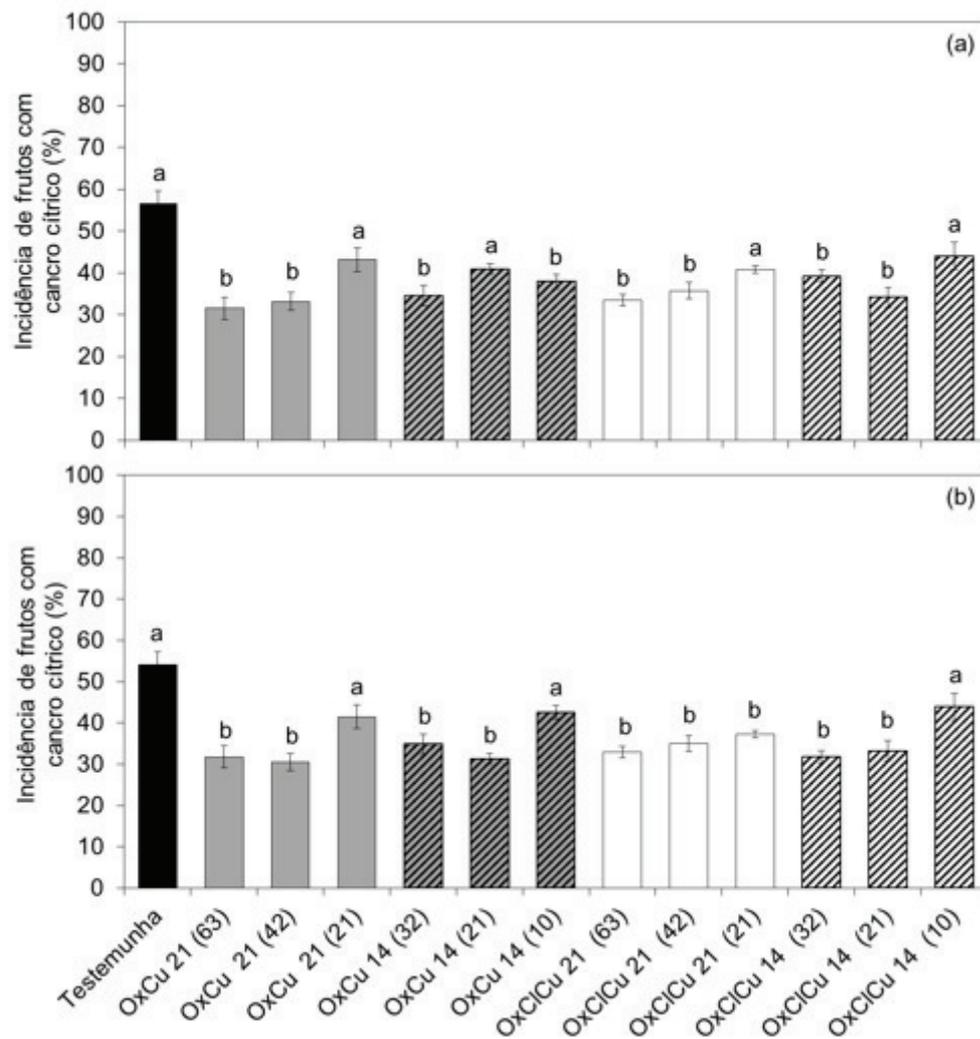
Todos os tratamentos com cobre, os quais não diferiram entre si, reduziram significativamente a área abaixo da curva de progresso da incidência da doença (AACPI) em folhas quando comparados à testemunha, independentemente da formulação, dose e intervalo de aplicação (Figura 5).



**Figura 5.** Área abaixo da curva de progresso de incidência (AACPI) de cancro cítrico em folhas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso (OxCu) e oxicloreto de cobre (OxClCu) nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). Números subsequentes as indicações de formulações representam o intervalo de aplicação, em dias, e a dose de cobre metálico/m<sup>3</sup> de copa, respectivamente. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott 5%. Análise realizada após transformação  $\log(x + 0,5)$  dos dados. Barras de erro indicam o erro padrão da média.

Em ambas as safras estudadas, as plantas não tratadas apresentaram percentual de frutos sintomáticos na colheita significativamente maior que plantas tratadas com 63 e 42 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico a cada 21 dias e 32 mg/m<sup>3</sup> a cada 14 dias. Na safra 2014/15, plantas tratadas com 21 mg/m<sup>3</sup> de OxCu a cada 14 dias não diferiram significativamente da testemunha e àquelas tratadas com 10 mg/m<sup>3</sup> com esse mesmo intervalo de aplicação apresentaram

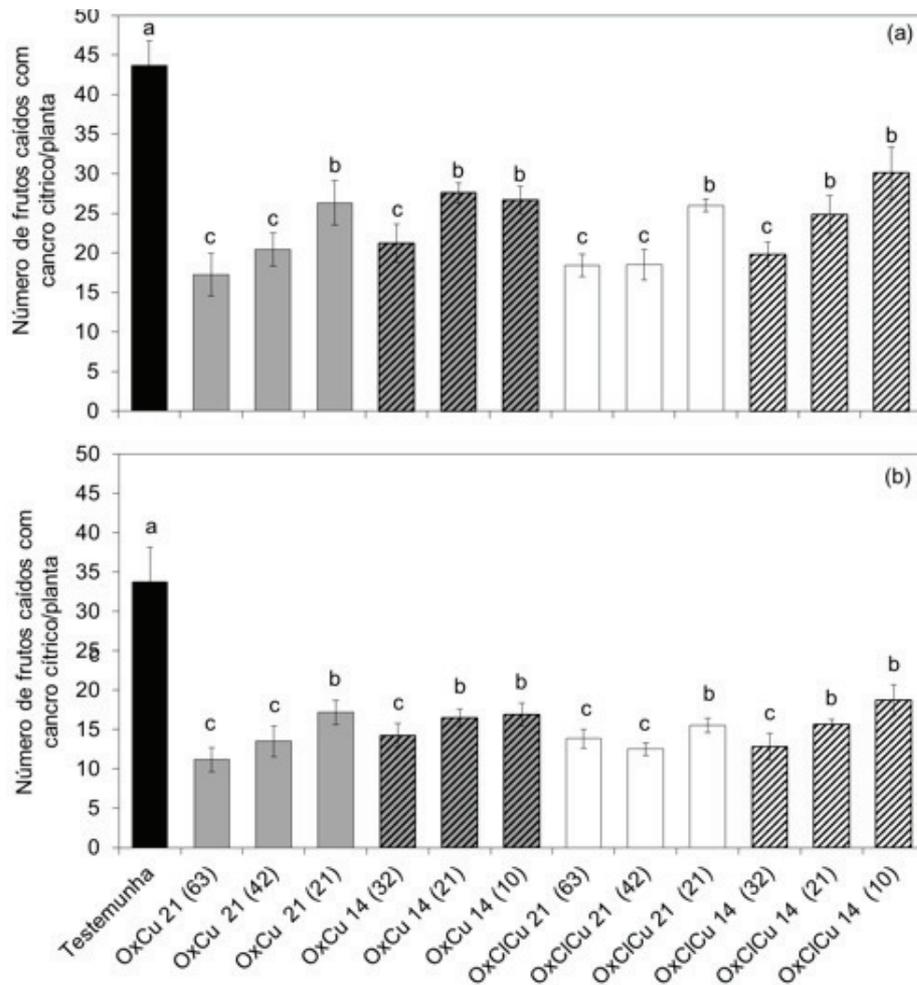
significativamente menos frutos doentes na colheita que as plantas não tratadas com cobre. Na safra 2015/16 foi diferente, pulverizações com 21 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico a cada 14 dias utilizando OxCu tiveram menor incidência de cancro cítrico em frutos na colheita em relação as tratadas com 10 mg/m<sup>3</sup> a cada 14 dias e as plantas não tratadas com cobre. Plantas pulverizadas com 21 mg/m<sup>3</sup> de OxCu a cada 21 dias não diferiram das plantas não pulverizadas com cobre quanto a incidência de frutos com cancro na colheita. Quando OxClCu foi utilizado, plantas tratadas com este intervalo e dose não diferiram significativamente da testemunha na safra 2014/15 e apresentou menor incidência de frutos com a doença em relação às plantas não tratadas na safra 2015/16 (Figura 6).



**Figura 6.** Incidência de frutos com cancro cítrico na colheita em plantas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso (OxCu) e oxiclreto de cobre (OxClCu) nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). Números subsequentes às indicações de formulações representam o intervalo de aplicação, em dias, e a dose de cobre metálico/m<sup>3</sup> de copa, respectivamente. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott 5%. Análise realizada após transformação  $\log(x + 0,5)$  dos dados. Barras de erro indicam o erro padrão da média.

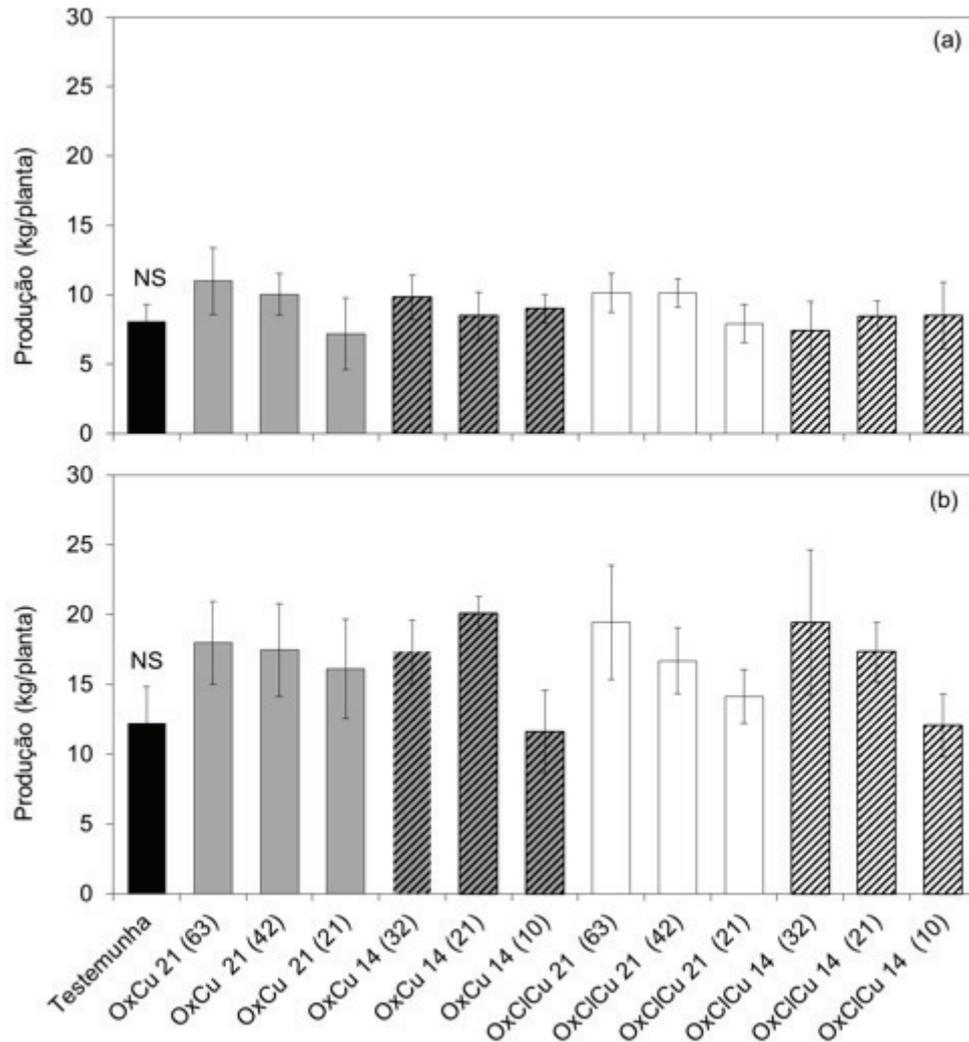
Na safra 2014/15, plantas que não receberam pulverizações com cobre apresentaram incidência média de frutos com cancro cítrico na colheita de 57,1%. Em plantas pulverizadas com 32 mg/m<sup>3</sup> de OxClCu em intervalos de 14 dias a incidência média foi de 31,1%. Na safra 2015/16, a incidência média de frutos com cancro cítrico nas plantas não pulverizadas com cobre foi de 54,2%. Em contrapartida, nesta safra os tratamentos com cobre, os quais diferiram significativamente da testemunha, apresentaram incidência de cancro em frutos abaixo de 37,3%. Os tratamentos em que as plantas foram pulverizadas com 42 mg/m<sup>3</sup> em intervalos de 21 dias e aqueles em que as plantas receberam pulverizações com 32 mg/m<sup>3</sup> em intervalos de 14 dias não diferiram significativamente entre si, independentemente da formulação de cobre utilizada. Na safra 2014/15, plantas pulverizadas com 42 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico a cada 21 dias e 32 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico a cada 14 dias apresentaram incidências médias de 35,9 e 32,5% de frutos com lesões, respectivamente. Na safra seguinte, estes mesmos tratamentos apresentaram incidências médias de frutos com a doença de 32,8 e 33,4% respectivamente (Figura 6).

Nas duas safras, os frutos sintomáticos começaram a cair a partir do mês de dezembro e todos os tratamentos com cobre diferiram significativamente da testemunha quanto ao número de frutos caídos em função do cancro cítrico. As maiores doses de cobre aplicadas, para ambos os intervalos e fontes utilizadas, apresentaram menor queda de frutos provocada pela doença nas duas safras avaliadas. Para as aplicações de cobre a cada 21 dias, 63 e 42 mg/m<sup>3</sup> diferiram significativamente dos tratamentos com 21 mg/m<sup>3</sup> e das plantas não tratadas com cobre. Apesar do tratamento com 21 mg/m<sup>3</sup> apresentar menor queda de frutos em relação a testemunha, este se mostrou significativamente menos eficaz no controle comparado aos tratamentos com maiores doses de cobre metálico. Quando as aplicações de cobre metálico foram realizadas em intervalos de 14 dias, apenas o tratamento com 32 mg/m<sup>3</sup> se comportou significativamente igual aos tratamentos com 63 e 42 mg/m<sup>3</sup> de cobre aplicados em intervalo de 21 dias. As doses 21 e 10 mg/m<sup>3</sup> pulverizadas em intervalo de 14 dias não diferiram da menor dose de cobre metálico testada em intervalo de 21 dias, 21 mg/m<sup>3</sup> (Figura 7).



**Figura 7.** Número acumulado de frutos com cancro cítrico até colheita em plantas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso (OxCu) e oxiclreto de cobre (OxClCu) nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). Números subsequentes às indicações de formulações representam o intervalo de aplicação, em dias, e a dose de cobre metálico/m<sup>3</sup> de copa, respectivamente. Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott 5%. Análise realizada após transformação  $\log(x + 0,5)$  dos dados. Barras de erro indicam o erro padrão da média.

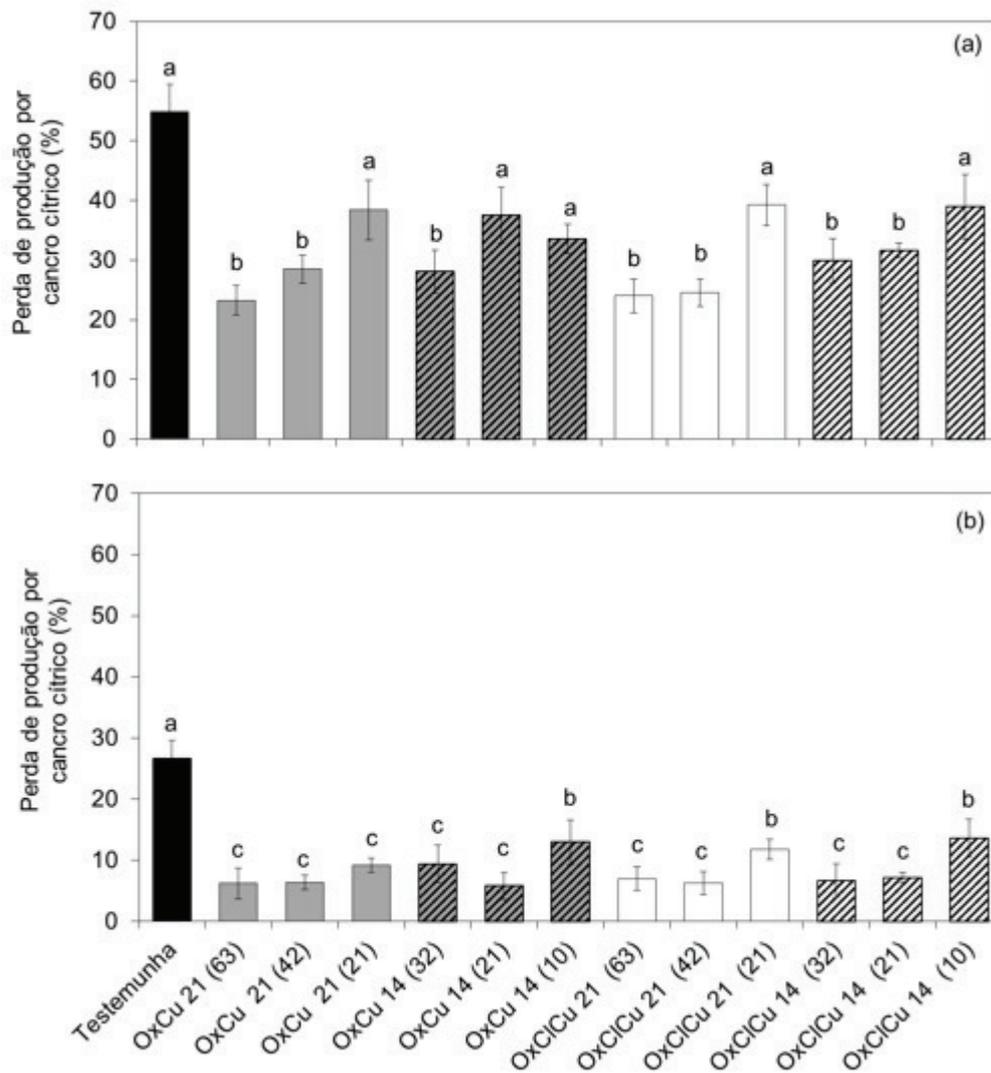
Não foi observada diferença significativa na produção de frutos em plantas tratadas e não tratadas com cobre em ambas as safras estudadas. A produtividade média para os diferentes tratamentos na primeira safra variou de 7,4 a 11,0 kg/planta para os tratamentos com menor e maior produções respectivamente, enquanto na segunda safra a menor e maior produções observadas foram 12,1 e 20,1 kg/planta, respectivamente (Figura 8).



**Figura 8.** Produção de frutos em plantas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso (OxCu) e oxiclreto de cobre (OxClCu) nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). Números subsequentes às indicações de formulações representam o intervalo de aplicação, em dias, e a dose de cobre metálico/m<sup>3</sup> de copa, respectivamente. NS, diferença não significativa entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott 5%. Análise realizada após transformação  $\log(x + 0,5)$  dos dados. Barras de erro indicam o erro padrão da média.

Por outro lado, o percentual de perda de frutos por cancro cítrico, que corresponde à proporção de frutos caídos com a doença em relação a carga total da planta, variou significativamente entre os tratamentos nas duas safras (Figura 9). Na safra 2014/15, com exceção ao tratamento com OxClCu a cada 14 dias, plantas tratadas com doses menores que 32 mg/m<sup>3</sup> de cobre (21 e 10 mg/m<sup>3</sup>) em ambos os intervalos de aplicação estudados não diferiram significativamente da testemunha em relação à perda de produção pela doença. Nesta mesma safra, plantas tratadas com 63 e 42 mg/m<sup>3</sup> a cada 21 dias, e 32 mg/m<sup>3</sup> a cada 14 dias, independentemente da formulação, apresentaram menor perda de frutos por cancro cítrico em relação a testemunha e aquelas plantas tratadas com doses menores de cobre. Na safra 2015/16,

todas as plantas que receberam pulverizações de cobre apresentaram menor perda de produção em relação a testemunha. Neste ano, as menores perdas foram obtidas em plantas tratadas com as maiores doses de cobre em ambos os intervalos de pulverização. Assim, em relação as perdas, tratamentos que receberam pulverizações a cada 14 dias com 32 e 21 mg/m<sup>3</sup> se comportaram de maneira semelhante ao observado nos tratamentos com 63 e 42 mg/m<sup>3</sup> aplicados em intervalo de 21 dias na segunda safra estudada. (Figura 9).



**Figura 9.** Percentual de perda de produção por cancro cítrico em plantas de laranja ‘Pera’ tratadas com óxido cuproso (OxCu) e oxiclreto de cobre (OxClCu) nas safras 2014/15 (a) e 2015/16 (b). Números subsequentes às indicações de formulações representam o intervalo de aplicação, em dias, e a dose de cobre metálico/m<sup>3</sup> de copa, respectivamente. Colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott 5%. Análise realizada após transformação  $\log(x + 0,5)$  dos dados. Barras de erro indicam o erro padrão da média.

Não houve diferenças entre as formulações a base de OxCu e OxClCu sobre a AACPI, incidência de frutos com cancro cítrico, número total de frutos caídos por planta, produtividade e perda percentual de produção por cancro cítrico (Tabela 3).

**Tabela 3.** Comparação da eficiência de óxido cuproso (OxCu) e oxiclreto de cobre (OxClCu) aplicados na mesma dose de cobre metálico no controle de cancro cítrico e impacto na produção das plantas.

Safr	Variável	Formulação <sup>a</sup>		F	p
		OxCu	OxClCu		
2014/2015	AACPI	6444,6	6480,0	0,02 NS	0,889
	Incidência de frutos com cancro cítrico (%)	39,4	35,0	2,23 NS	0,142
	Nº de frutos caídos com cancro cítrico/planta	23,2	22,9	0,03 NS	0,857
	Produtividade (kg/pl)	9,3	8,8	0,30 NS	0,586
	Perda de produção por cancro cítrico (%)	31,6	31,4	0,01 NS	0,948
2015/2016	AACPI	4133,9	3915,7	1,66 NS	0,204
	Incidência de frutos com cancro cítrico (%)	35,4	35,7	0,02 NS	0,898
	Nº de frutos caídos com cancro cítrico/planta	14,9	14,8	0,01 NS	0,938
	Produtividade (kg/pl)	16,8	16,1	0,13 NS	0,716
	Perda de produção por cancro cítrico (%)	8,3	8,7	0,11 NS	0,746

<sup>a</sup> Médias de todos os tratamentos realizados com óxido cuproso (OxCu) ou oxiclreto de cobre (OxClCu), independentemente de dose intervalo de aplicação.

Todos os tratamentos com cobre reduziram a queda prematura de frutos e conseqüentemente o prejuízo devido ao cancro cítrico. Na safra 2014/15, as plantas não pulverizadas com cobre geraram prejuízo devido à queda de R\$ 1.700,46/ha. Plantas tratadas com 63 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico a cada 21 dias resultaram em menores prejuízos com a queda de frutos, R\$ 792,22 e R\$ 866,37/ha, para OxCu e OxClCu, respectivamente. Em relação aos tratamentos que foram pulverizados a cada 14 dias, os melhores retornos econômicos devido ao controle da doença foram aqueles em que foram pulverizados 32 mg/m<sup>3</sup>, independentemente da fonte de cobre utilizada. Na safra 2014/15, as pulverizações em intervalos de 14 dias com de 10 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico não apresentaram retorno econômico com ambas as formulações estudadas (Tabela 4).

**Tabela 4.** Custos do cobre, operacional e total, prejuízo causado pela queda prematura de frutos em função do cancro cítrico, redução do prejuízo relacionado ao controle e o retorno financeiro obtido com o controle da doença nos diferentes tratamentos com intervalos de aplicação e dose de cobre em pomar jovem de laranja doce ‘Pera’ na safra 2014/15 no município de Paranavaí, PR.

Tratamentos <sup>1</sup>	Custo do cobre (R\$/ha/safra) <sup>2</sup>	Custo Operacional (R\$/ha/safra) <sup>3</sup>	Custo Total (R\$/ha/safra) <sup>4</sup>	Prejuízo com a queda (R\$/ha/safra) <sup>5</sup>	Redução do prejuízo pelo controle (R\$/ha/safra) <sup>6</sup>	Retorno econômico (R\$/ha/safra) <sup>7</sup>
Testemunha				R\$ 1.700,46		
OxCu 21 (63)	R\$ 104,72	R\$ 348,40	R\$ 453,12	R\$ 792,22	R\$ 908,24	R\$ 455,12
OxCu 21 (42)	R\$ 69,81	R\$ 348,40	R\$ 418,21	R\$ 974,06	R\$ 726,40	R\$ 308,12
OxCu 21 (21)	R\$ 34,91	R\$ 348,40	R\$ 383,31	R\$ 1.053,39	R\$ 647,07	R\$ 263,77
OxCu 14 (32)	R\$ 78,97	R\$ 522,60	R\$ 601,57	R\$ 972,48	R\$ 727,98	R\$ 126,41
OxCu 14 (21)	R\$ 51,82	R\$ 522,60	R\$ 574,42	R\$ 1.203,43	R\$ 497,04	R\$ -77,38
OxCu 14 (10)	R\$ 24,68	R\$ 522,60	R\$ 547,28	R\$ 1.163,56	R\$ 536,90	R\$ -10,38
OxClCu 21 (63)	R\$ 104,72	R\$ 348,40	R\$ 453,12	R\$ 866,37	R\$ 834,09	R\$ 380,97
OxClCu 21 (42)	R\$ 69,81	R\$ 348,40	R\$ 418,21	R\$ 866,49	R\$ 833,98	R\$ 415,77
OxClCu 21 (21)	R\$ 34,91	R\$ 348,40	R\$ 383,31	R\$ 1.224,02	R\$ 476,44	R\$ 93,14
OxClCu 14 (32)	R\$ 78,97	R\$ 522,60	R\$ 601,57	R\$ 893,77	R\$ 806,69	R\$ 205,13
OxClCu 14 (21)	R\$ 51,82	R\$ 522,60	R\$ 574,42	R\$ 1.025,26	R\$ 675,20	R\$ 100,78
OxClCu 14 (10)	R\$ 24,68	R\$ 522,60	R\$ 547,28	R\$ 1.229,85	R\$ 470,61	R\$ -76,66

<sup>1</sup>OxCu,óxido cuproso; OxClCu, oxiclureto de cobre. Números seguidos do tipo de cobre fora e dentro do parentesis indicam intervalo de aplicacao, em dias, e dose de cobre metálico,em mg/m<sup>3</sup> de copa, respectivamente.<sup>2</sup>Custo com cobre considerando a dose utilizada em mg/m<sup>3</sup> e a quantidade de pulverizações durante a safra em cada tratamento. <sup>3</sup>Considera a quantidade de hora/máquina, hora/homem, combustível e rendimento operacional baseado no volume de calda utilizado e número de pulverizaçõesdurante a safra. <sup>4</sup> Soma dos custos com produtos e o custo operacional. <sup>5</sup>Prejuízo ocasionado pela queda de frutos estimado pelo número de caixas de 40,8 kg/ha e o respectivo valor de venda. <sup>6</sup>Redução do prejuízo causado pela queda prematura em função do uso do controle com cobre em relação ao tratamento sem aplicação. <sup>7</sup>Retorno econômico obtido com o controle do cancro cítrico estimado pela subtração do custo total do controle ao valor da redução do prejuízo com a queda prematura de frutos com cancro cítrico em função dos tratamento com cobre.

O prejuízo causado ao produtor pelo cancro cítrico devido à não pulverização das plantas com cobre na safra 2015/16 foi de R\$ 1.312,96/ha contra R\$ 434,04 a R\$ 709,88, nas plantas tratadas. Todos os tratamentos pulverizados a cada 21 dias obtiveram melhor retorno econômico devido ao controle da doença, em R\$/ha, quando comparados àqueles pulverizados a cada 14 dias (Tabela 5). Os tratamentos com 63 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico pulverizados a cada 21 dias apresentaram um custo total de R\$ 558,72/ha, sendo 67% desse custo gasto com o operacional e 33% do custo gasto com cobre.

**Tabela 5.** Custo do cobre, operacional e total, prejuízo causado pela queda prematura de frutos em função do cancro cítrico, redução do prejuízo relacionado ao controle e o retorno financeiro obtido com o controle da doença nos diferentes tratamentos com intervalos de aplicação e dose de cobre em pomar jovem de laranja doce ‘Pera’ na safra 2015/16 no município de Paranavaí, PR.

Tratamentos <sup>1</sup>	Custo do cobre (R\$/ha/safra) <sup>2</sup>	Custo Operacional (R\$/ha/safra) <sup>3</sup>	Custo Total (R\$/ha/safra) <sup>4</sup>	Prejuízo com a queda (R\$/ha/safra) <sup>5</sup>	Redução do prejuízo pelo controle (R\$/ha/safra) <sup>6</sup>	Retorno econômico (R\$/ha/safra) <sup>7</sup>
Testemunha				R\$ 1.312,96		
OxCu 21 (63)	R\$ 184,12	R\$ 374,60	R\$ 558,72	R\$ 434,04	R\$ 878,92	R\$ 320,21
OxCu 21 (42)	R\$ 122,74	R\$ 374,60	R\$ 497,34	R\$ 486,26	R\$ 826,70	R\$ 329,35
OxCu 21 (21)	R\$ 61,37	R\$ 374,60	R\$ 435,97	R\$ 654,51	R\$ 658,45	R\$ 222,48
OxCu 14 (32)	R\$ 137,36	R\$ 561,90	R\$ 699,26	R\$ 548,43	R\$ 764,53	R\$ 65,27
OxCu 14 (21)	R\$ 90,14	R\$ 561,90	R\$ 652,04	R\$ 630,41	R\$ 682,55	R\$ 30,51
OxCu 14 (10)	R\$ 42,92	R\$ 561,90	R\$ 604,82	R\$ 633,34	R\$ 697,62	R\$ 74,79
OxClCu 21 (63)	R\$ 184,12	R\$ 374,60	R\$ 558,72	R\$ 527,42	R\$ 785,54	R\$ 226,83
OxClCu 21 (42)	R\$ 122,74	R\$ 374,60	R\$ 497,34	R\$ 479,09	R\$ 833,87	R\$ 336,52
OxClCu 21 (21)	R\$ 61,37	R\$ 374,60	R\$ 435,97	R\$ 615,11	R\$ 697,85	R\$ 261,88
OxClCu 14 (32)	R\$ 137,36	R\$ 561,90	R\$ 699,26	R\$ 469,72	R\$ 843,24	R\$ 143,98
OxClCu 14 (21)	R\$ 90,14	R\$ 561,90	R\$ 652,04	R\$ 566,51	R\$ 746,45	R\$ 94,41
OxClCu 14 (10)	R\$ 42,92	R\$ 561,90	R\$ 604,82	R\$ 709,88	R\$ 603,08	R\$ -1,74

<sup>1</sup>OxCu,óxido cuproso; OxClCu, oxiclreto de cobre. Números seguidos do tipo de cobre fora e dentro do parentesis indicam intervalo de aplicacao, em dias, e dose de cobre metálico,em mg/m<sup>3</sup> de copa, respectivamente.<sup>2</sup>Custo com cobre considerando a dose utilizada em mg/m<sup>3</sup> e a quantidade de pulverizações durante a safra em cada tratamento. <sup>3</sup>Considera a quantidade de hora/máquina, hora/homem, combustível e rendimento operacional baseado no volume de calda utilizado e número de pulverizaçõesdurante a safra. <sup>4</sup> Soma dos custos com produtos e o custo operacional. <sup>5</sup>Prejuízo ocasionado pela queda de frutos estimado pelo número de caixas de 40,8 kg/ha e o respectivo valor de venda. <sup>6</sup>Redução do prejuízo causado pela queda prematura em função do uso do controle com cobre em relação ao tratamento sem aplicação. <sup>7</sup>Retorno econômico obtido com o controle do cancro cítrico estimado pela subtração do custo total do controle ao valor da redução do prejuízo com a queda prematura de frutos com cancro cítrico em função dos tratamento com cobre.

Para os tratamentos pulverizados em intervalos de 14 dias o custo total foi maior do que os pulverizados a cada 21 dias, independentemente da quantidade de cobre metálico aplicada. No intervalo menor, o custo operacional variou de 80 a 92% do custo total nos tratamentos com 32 e 10 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico, respectivamente. Assim, apesar dos tratamentos com 63 e 42 mg/m<sup>3</sup> em intervalos de 21 dias e 32 mg/m<sup>3</sup> em intervalos de 14 dias não diferirem no controle do cancro cítrico, tratamentos com intervalos de aplicação menores tem menor retorno econômico em relação aos maiores intervalos devido ao maior custo operacional (Tabela 5).



A redução do intervalo de aplicação de bactericida cúprico para o controle do cancro cítrico não melhorou significativamente o controle da doença. Como observado nas tabelas 4 e 5, os custos operacionais com pulverização são maiores que os custos com cobre para o controle do cancro cítrico. Desta forma, a redução do intervalo de aplicação de 21 para 14 dias entre as aplicações gera um maior custo operacional. Intervalos de aplicação de 14 dias para o controle do cancro cítrico, no período da primavera e verão, resultaram em um total de 15 datas de pulverizações para esta doença enquanto pulverizações para o controle da doença em intervalos de 21 dias resultaram em um total de 10 datas de pulverizações para o cancro cítrico no período (Tabelas 6). De acordo com a simulação de controle conjunto de cancro cítrico, mancha preta dos citros e do psíldeo *Diaphorina citri*, no mesmo período, seriam necessárias 20 pulverizações para o programa com as aplicações de cancro cítrico em intervalos de 21 dias e 15 pulverizações quando o cancro cítrico foi controlado em intervalos de 14 dias (Tabela 6).

## 4. DISCUSSÃO

Em ambos os anos estudados foram observadas condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença, ou seja, temperaturas médias entre 25 e 35°C e quatro horas consecutivas de molhamento foliar (Christiano et al., 2009; Dalla et al., 2006) quando os tecidos estavam suscetíveis. Nos dois anos as chuvas registradas foram abundantes desde o início da primavera até o final do verão, com índices pluviométricos acima da média histórica para a região de Paranavaí, PR. A utilização de cobre é uma ferramenta essencial no manejo do cancro cítrico, porém estes bactericidas apresentam limitado controle quando as condições são altamente favoráveis para a ocorrência da doença (Behlau et al., 2008; Behlau & Belasque Junior, 2014), como foi observado durante as safras em que o estudo foi conduzido.

Na safra 2014/15, a maior incidência de lesões de cancro cítrico em folhas foi observada em janeiro. Nesta ocasião a testemunha apresentou incidência média de aproximadamente 83% de folhas doentes e os tratamentos com cobre variavam de 55 a 63% de incidência da doença em folhas. Dessa forma, como as folhas permanecem suscetíveis por aproximadamente seis semanas (Behlau & Belasque Junior, 2014), essa alta incidência foi resultado de infecções ocorridas em dezembro. Na safra 2015/16, a maior incidência de sintomas em folhas foi no mês de dezembro/15, quando as plantas não pulverizadas com cobre metálico apresentavam 75% das folhas com sintomas. Neste mesmo mês, os tratamentos com cobre metálico apresentaram entre 30 e 50% das folhas com lesões de cancro cítrico. É possível que a menor incidência de cancro cítrico em folhas na safra 2015/16 esteja relacionada, entre outros fatores, à mudança de local do experimento. Na primeira safra, o estudo foi conduzido em uma região do pomar mais exposta a ventos e sem presença de quebra ventos. No segundo ano, o estudo foi conduzido em uma região mais interna do talhão menos exposta incidência direta de ventos fortes.

Um dos principais impactos do cancro cítrico é a queda prematura de frutos que causa diminuição na produtividade das plantas. Os frutos ficam suscetíveis a infecção pela bactéria 90 a 120 dias após a queda das pétalas ou até completarem aproximadamente 50 mm de diâmetro (Graham et al., 2010; Marti, 2016). Marti (2016) observou que quanto mais precoce a infecção maior a queda de frutos e que frutos infectados tardiamente não caem. Desta forma, sugere-se que sejam concentrados esforços para prevenir as infecções precoces que ocorrem no início da primavera (Marti, 2016). No presente estudo, os frutos começaram a cair no mês de dezembro e a queda intensa se estendeu até o momento da colheita. Assim como observado por Behlau et al. (2010), as plantas não tratadas com cúpricos apresentaram queda prematura de

frutos significativamente maior do que aquelas que receberam aplicações de cobre independentemente do intervalo de aplicação e dose de cobre. Dessa forma, observa-se a importância da aplicação de cúpricos para o manejo da doença e que a ausência desta medida pode levar à acentuada queda prematura de frutos (Behlau et al., 2010; Behlau et al., 2017).

Assim como os resultados obtidos por Behlau et al., (2017), neste estudo não houve diferença significativa entre as variáveis estudadas em relação as formulações de cobre fixo utilizadas. Dessa forma, cabe ao citricultor optar por aquela fonte que lhe traga maior viabilidade econômica e praticidade. Os intervalos de aplicação estudados, 14 e 21 dias, também não influenciaram significativamente no controle do cancro cítrico. Estes dados corroboram com os observados por Behlau et al., (2010), que estudaram frequências de 7, 14, 21 e 28 dias no controle da doença e não observaram diferenças significativas no controle entre as frequências de 14 e 21 dias. Aplicações com intervalos superiores a 21 dias não são recomendáveis pois os tecidos novos e suscetíveis ficam desprotegidos por muito tempo e isso favorece a infecção pela bactéria (Behlau & Belasque, 2014). Por outro lado, a quantidade de cobre metálico aplicada por metro cúbico de copa tem se mostrado de grande importância quando da utilização bactericidas cúpricos para o controle do cancro cítrico (Scapin et al., 2015, Behlau et al., 2017).

Os resultados de controle de cancro cítrico com pulverizações com 21 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico em intervalos de 14 dias se mostraram inconstantes. Com relação a incidência da doença em frutos, queda de frutos por cancro cítrico e perda de produção pela doença, este tratamento se comportou igual ou até inferior aos tratamentos com 32 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico neste mesmo intervalo de aplicação. Desta forma, os tratamentos com melhores resultados em relação a quantidade de cobre utilizada foram aqueles com doses de 42 e 32 mg/m<sup>3</sup> aplicados a cada 21 e 14 dias, respectivamente. Plantas pulverizadas com 42 mg/m<sup>3</sup> de cobre a cada 21 dias receberam durante todo o ano 420 mg/m<sup>3</sup> de copa e aquelas pulverizadas com 32 mg/m<sup>3</sup> a cada 14 dias receberam 480 mg/m<sup>3</sup> de copa. Esses dois tratamentos não diferiram entre si no controle da doença em folhas e frutos e podem ser adotados no manejo do cancro cítrico com igual eficiência.

Aplicações de 32 mg/m<sup>3</sup> a cada 14 dias resultaram em um acréscimo de 14,3% na quantidade total de cobre metálico aplicado por m<sup>3</sup> de copa durante a safra em relação ao tratamento com 42 mg/m<sup>3</sup> pulverizados a cada 21 dias. Para se utilizar os mesmos 420 mg/m<sup>3</sup> de cobre metálico pulverizados a cada 14 dias durante todo o período suscetível a infecção, a dose por aplicação teria que ser ajustada para 28 mg/m<sup>3</sup>. São necessários novos estudos para

confirmar, mas é possível que esta dose seja suficiente para manter o nível de controle promovido pelos 32 mg/m<sup>3</sup> de copa aplicados em intervalos de 14 dias.

O intervalo de pulverização de 14 dias pode ser adotado quando se utiliza a integração com as estratégias de manejo de outras pragas e doenças. Atualmente, nos pomares de citros, o HLB é uma doença de suma importância e seu manejo além de outras técnicas exige o controle químico do inseto *D. citri* (Belasque Junior. et al., 2010b). Pulverizações com inseticidas de diferentes grupos químicos e modos de ação são utilizadas para controlar o inseto e evitar que este desenvolva resistência aos inseticidas. As maiores populações de *D. citri* são observadas na primavera e verão pois nesse período há um maior número de brotações (Yamamoto et al., 2001), e conseqüentemente também é o período mais favorável ao cancro cítrico. Maiores atenções devem ser dadas a esta praga nestas épocas do ano e é comum aos produtores realizarem aplicações de inseticidas a cada 14 dias em todo o pomar. Intervalos de aplicação ainda mais reduzidos, 7 a 10 dias, são realizadas nos talhões da periferia da propriedade onde há grande quantidade de insetos migrantes de áreas vizinhas (Bassanezi et al., 2005). Dessa maneira, adoção do intervalo de 14 dias para a pulverização de bactericidas cúpricos favorece a conciliação de calendários de pulverizações para cancro cítrico e *D. citri*. Esta sincronia nas aplicações de bactericidas cúpricos e inseticidas para o controle da praga otimiza tempo e resulta em redução de custos de produção ao citricultor.

O intervalo de pulverização de 14 dias para o controle do cancro cítrico também pode ser utilizado para a sincronização com as pulverizações para o controle químico da mancha preta dos citros. Intervalos entre 35 e 42 dias são recomendados para o controle do fungo com fungicidas a base de estrobilurina e 28 dias quando se utiliza os cúpricos (Fundo de Defesa da Citricultura, 2008). Esses intervalos corroboram com os obtidos por Silva (2013) que não observou diferença na queda prematura de frutos em aplicações de estrobilurina a cada 20, 30 e 40 dias. Desta forma, as aplicações de estrobilurina para o controle de mancha preta em talhões com frutos destinados à produção de suco podem ser feitas a cada 42 dias. Talhões que produzem fruta para o consumo *in natura* necessitam de aplicações de fungicidas sistêmicos em intervalos menores para o controle da mancha preta, neste caso, as pulverizações com estrobilurina podem ocorrer a cada 28 a 30 dias. Nos dois casos, as aplicações de cobre para o controle do cancro cítrico em intervalos de 14 dias são favoráveis pois possibilitam a sincronização das pulverizações. Além disso, a aplicação de cobre a cada 14 dias pode ser mais vantajosa em relação ao intervalo de 21 dias em épocas de ocorrência de chuvas intensas. Aplicações em intervalos menores repõem a camada protetora com maior frequência e deixam

os tecidos desprotegidos por menos tempo, uma vez que no verão a expansão dos tecidos é mais rápida (Behlau et al., 2010; Behlau & Belasque, 2014).

A análise econômica mostrou que o retorno financeiro devido ao controle do cancro cítrico é maior para intervalos maiores de aplicação. Uma vez que o custo operacional em pomares jovens representa a maior parcela do custo total em relação ao controle exclusivo dessa doença. O custo médio por safra das pulverizações realizadas a cada 21 dias foi de R\$ 361,20/ha contra R\$ 542,25/ha para as aplicações a cada 14 dias. O custo operacional representou de 65 a 82% do custo total de aplicação nos tratamentos pulverizados a cada 21 dias e de 81 a 90% nos tratamentos pulverizados a cada 14 dias. Portanto, a diminuição do intervalo de aplicação é viável quando as pulverizações são obrigatoriamente realizadas no pomar por outro motivo já estabelecido, como por exemplo controle do psilídeo *D. citri*, inseto vetor do HLB, e macha preta dos citros. Quando se adota o intervalo de 21 dias para o controle do cancro cítrico há um acréscimo de 5 pulverizações no período visando o controle dos três alvos. Isso ocorre porque em intervalos de 21 dias as pulverizações para o controle de cancro cítrico estão dessincronizadas com as demais, ou seja, é necessário fazer pulverizações no pomar com maior frequência. Dessa forma, como o custo operacional representa uma grande parte do custo total do tratamento, a adição de 5 pulverizações nos tratamentos com pulverizações a cada 21 dias gera um custo operacional por hectare 25% maior. Considerando o custo da aplicação R\$ 38,80 e acréscimo de cinco pulverizações, observa-se um aumento no custo total por hectare em R\$ 194,00. Esse aumento é maior do que o custo com cobre metálico para o controle do cancro cítrico em todos os tratamentos estudados.

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

## 5. CONCLUSÃO

- É possível reduzir intervalo de aplicação e a dose de cobre metálico sem interferir no controle do cancro cítrico em pomar jovem de laranja 'Pera'.

## REFERÊNCIAS

- Adaskaveg, J.E., Hine, R.B. 1895. Copper tolerance and zinc sensitivity of Mexican strains of *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria*, causal agente of bacterial spot of pepper. **Plant Disease** 69:993-996.
- Arman, P., Wain, R.L. 1958. Studies upon the copper fungicides X. the role of leaf exudates in the solution of copper from Bourdeaux mixture. **Annals of Applied Biology** 46:366-374.
- Barbosa, J.C., Maldonado Junior, W. 2009. **AgroEstat** – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- Bassanezi, R.B., Busato, L.A., Bergamin Filho, A., Amorim, L., Gottwald, T.R. 2005. Preliminary spatial pattern analysis of huanglongbing in São Paulo, Brazil. In: Hilf, M.E., Duran-Vila, N., Rocha-Peña, M.A. (Ed.). **Proc. 16th Conf. Intern. Organization Citrus Virology**. Riverside, Univ. California. 2005. p. 341-355.
- Behlau, F., Belasque Junior, J., Bergamin Filho, A., Leite Junior, R.P. 2007. Incidência e severidade de cancro cítrico em laranja ‘Pera Rio’ sob condições de controle químico e proteção com quebra-vento. **Fitopatologia Brasileira** 32:311-317.
- Behlau, F., Belasque Junior, J., Bergamin Filho, A., Graham, J.H., Leite, R.P, Gottwald, T.R. 2008. Copper sprays and windbreaks for control of citrus canker on young orange trees in Southern Brazil. **Crop. Protection** 29:300-305.
- Behlau, F., Belasque Junior., J., Graham, J.H., Leite Junior, R.P. 2010. Effect of frequency of copper applications on control of citrus canker and the yield of young bearing sweet orange trees. **Crop Protection** 29:300-305
- Behlau, F., Belasque Junior, J. 2014. **Cancro cítrico: a doença e seu controle**. Araraquara, SP: Fundo da Defesa da Citricultura. 82 p.
- Behlau, F., Fonseca, A.E., Belasque Junior, J. 2016. A comprehensive analysis of the citrus eradication program in from 1999 to 2009. **Plant Pathology**. No prelo. Doi: 10.1111/ppa.12503.
- Behlau, F., Scandelai, L.H.M., Silva Junior, G.J., Lanza, F.E. 2017. Soluble and insoluble copper formulations and metallic copper rate for control of citrus canker on sweet orange trees. **Crop Protection** 94:185-191.
- Belasque Junior, J., Bassanezi, R.B., Yamamoto, P.T., Ayres, A.J., Tachibana, A., Violante, A.R., Tank Júnior, A., Di Giorgi, F., Tersi, F.E.A., Menezes, G.M., Dragone, J., Jank Júnior, R.H., Bové, J.M. 2010a. Lessons from Huanglongbing management in São Paulo State, Brazil. **Journal of Plant Pathology** 92:285-302.
- Belasque Junior, J., Yamamoto, P.T., Miranda, M.P., Bassanezi, R.B., Ayres, A.J., Bové, J.M. 2010b. Controle do huanglongbing no estado de São Paulo, Brasil. **Citrus Research & Technology** 31:53-64.

Brasil. Instrução Normativa nº 37, de 05 de setembro de 2016. Regulamenta os critérios e procedimentos para o estabelecimento e manutenção do status fitossanitário relativo à praga do cancro cítrico. **Diário Oficial da União**. 06 de setembro 2017. Seção 1. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=06/09/2016>> Acesso em: 19 mai. 2017.

Cha J., Cooksey D.A., 1991. Copper resistance in *Pseudomonas syringae* mediated by periplasmic and outer membrane proteins. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 88:303-317.

Christiano, C., Dalla Pria, M., Jesus, W.C., Amorim, L., Bergamin-Filho, A. 2009. Modelling the progress of Asiatic citrus canker on Tahiti lime in relation to temperature and leaf wetness. **European Journal of Plant Pathology** 124:1-7.

Crosse, J.E., Gordian, R.N., Shaffer, W.H. 1972. Leaf damage as a predisposing factor in the infection of apple shoots by *Erwinia amylovora*. **Phytopathology** 62:176-182.

Dalla, P.M., Chistiano, R.S.C., Furtado, E.L., Amorim, L., Bergamim Filho, A. 2006. Effect of temperature and leaf wetness duration on infection of sweet oranges by Asiatic citrus canker. **Plant Pathology** 55:657-663.

Daft, G.C., Leben, C. 1972. Bacterial blight of soybeans: epidemiology of blight outbreaks. **Phytopathology** 62:57-62.

Das, A.K. 2003. Citrus canker: a review. **Journal Applied Horticulture** 5(1):52-60.

FNP, Consultoria e Comércio. 2016. **Agriannual 2016**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo. 456 p.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2008. **Manual de pinta preta**. Araraquara. 11 p.

Fulton, H.R., Bowman, J.J. 1929. Infection of fruit of citrus by *Pseudomonas citri*. **Journal of Agricultural Research** 39:403-426.

Gadd, G.M., Griffiths, A.J., 1978. Microorganisms and heavy metal toxicity. **Microbial Ecology** 4:303-317.

Graham, J.H., Gottwald, T.R., Riley, T.D., Bruce, M.A. 1992. Susceptibility of citrus fruit to bacterial spot and citrus canker. **Phytopathology** 82:452-457.

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

Graham, J.H., Dewdney, M.M., Myers, M.E. 2010. Streptomycin and copper formulations for control of citrus canker on grapefruit. **Proc. Fla. State Hortic. Soc.** 123:92-99.

Gottwald, T.R., Timmer, L.W. 1995. The efficacy of windbreaks in reducing the spread of citrus canker caused by *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. **Tropical Agriculture** 72:194-201.

Gottwald, T.R., Graham, J.H., Schubert, T.S. 2002. Citrus canker: the pathogen and its impact. Online. **Plant Health Progress**. DOI:10.1094/PHP-2002-0812-01-RV. <http://www.plantmanagementnetwork.org/php>.

Jesus Junior, W.C., Belasque Junior, J., Amorim, L., Christiano, R.S.C., Parra, J.R.P., Bergamin Filho, A. 2006. Injuries caused by citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella*) exacerbate citrus canker (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) infection. **Fitopatologia Brasileira** 31(3):277-283.

Köppen, W. 1948. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Economica. 478 p.

Leite Junior, R.P., Moham, S.K., Pereira, A.L.G., Campacci, C.A. 1987. Controle integrado de cancro cítrico: efeito da resistência genética e da aplicação da bactericidas. **Fitopatologia Brasileira** 12:257-263.

Leite Junior, R.P. 1990. **Cancro cítrico**: prevenção e controle no Paraná. Londrina, PR. Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. 51 p. Circular técnica 61.

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

Marti, W., 2016. Características de lesões de cancro cítrico associadas a queda prematura de frutos de laranja. 25 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Massari, C.A., Belasque Junior, J. 2006. A campanha de erradicação do cancro cítrico no estado de São Paulo – Situação atual e contaminação em viveiros. **Laranja** 27:41-55.

Matthews, G.A. 1992. **Pesticides application methods**. 2. ed. New York: Longman.431p.

Miranda, M.P., Noronha Junior, N.C., Marques, R.N. 2011. Alternativas para o manejo do vetor do greening no Brasil. In: \_\_\_\_\_. (Ed.). Avanços em Fitossanidade. Botucatu: FEPAF – Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 143-163. v. 11.

Menkissoglu, O., Liwdow, S.E. 1991. Chemical forms of copper on leaves in relation to the bactericidal activity of cupric hydroxide deposits on plants. **Proc. Am. Phytopathol. Soc.** 81, 1263-1270.

Olson, B.D., Jones A.L. 1983. Reduction of *Pseudomonas syringae* pv *morsprunorum* on Montmorency sour cherry with copper and dynamics of the copper residues. **Phytopathology** 73:1263-1270.

Ramos, H.H., Yanai, K., Correa, I.M., Bassanezi, R.B., Garcia, L.C., 2007. Características da pulverização em citros em função do volume de calda aplicado com turbo pulverizador. **Engenharia Agrícola** 7:56-65.

São Paulo. Resolução SAA nº 10, de 20 de fevereiro de 2017. Delimita e oficializa todo o território do Estado de São Paulo como área sob Sistema de Mitigação de Risco, relativo à praga do cancro cítrico, e institui procedimentos fitossanitários. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. 21 de fevereiro de 2017. Disponível em: <

[https://www.imprensaoficial.com.br/DO/GatewayPDF.aspx?link=/2017/executivo%20secao%20i/fevereiro/21/pag\\_0020\\_ATSBF61CQCD68eBQ6U4COLAKHT5.pdf](https://www.imprensaoficial.com.br/DO/GatewayPDF.aspx?link=/2017/executivo%20secao%20i/fevereiro/21/pag_0020_ATSBF61CQCD68eBQ6U4COLAKHT5.pdf)

> Acesso em: 19 jun. 2017.

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

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

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

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

Stall, R.E., Seymour, C.P. 1983. Canker, a threat to citrus in the gulf-cost states. *Plant Disease* 67:581-585.

Timmer, L.W. 1988. Evaluation of bactericides for control on citrus canker in Argentina. *Proc. Fla. State Hortc. Soc.* 101:6-9.

Yamamoto, P.T., Paiva, P.E.B., Gravena, S. 2001. Flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidade) em pomares de citros na região norte do estado de São Paulo. *Neotropical Entomology* 30:165-170.

Zevenhuizen, L.P.T.M., Dolfing, J., Eshuis, E.J., Scholten-Koerslman, I.J. 1979. Inhibitory effects of copper on bacteria related to the free ion concentration. *Microbial Ecology* 5:139-146.