

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

MARCIO AUGUSTO SOARES

**Eficiência de volumes de calda fungicida e da adição de
adjuvantes no controle da podridão floral dos citros em pomares
de laranja doce**

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

Orientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

**Araraquara
Dezembro 2015**

MARCIO AUGUSTO SOARES

Eficiência de volumes de calda fungicida e da adição de adjuvantes no controle da podridão floral dos citros em pomares de laranja doce

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

Orientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

**Araraquara
Dezembro 2015**

MARCIO AUGUSTO SOARES

Eficiência de volumes de calda fungicida e da adição de adjuvantes no controle da podridão floral dos citros em pomares de laranja doce

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

Araraquara, 17 de dezembro de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Geraldo José da Silva Junior
Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, Araraquara, SP

Dr. Antonio de Goes
Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, SP

Dr. Franklin Behlau
Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, Araraquara, SP

Aos meus pais Walter e Helena que me deram toda a base educacional para me tornar um homem de bem;

À minha esposa Isabela por todo o carinho e dedicação a mim dispensados e pelas horas e horas de paciência e compreensão pela minha ausência durante todo o desenvolvimento do trabalho;

Aos meus filhos Pedro Henrique e Eduardo pelas alegrias e também pela compreensão da minha ausência e falta de atenção para com eles durante todo o desenvolvimento do trabalho;

As minhas irmãs Silvana e Helenice pelo incentivo que sempre me deram;

A toda a minha família pelo carinho, apoio e confiança depositados para que mais esse desafio fosse vencido.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Agroterenas S/A – Citrus, em especial aos senhores José Eugênio de Resende Barbosa Sobrinho, Aprigio Tank Júnior, Adilson Luis Penariol e Napoleão Garcia Neto pela oportunidade proporcionada, pela confiança no meu trabalho e por todo o apoio.

Ao Fundecitrus – Fundo de Defesa da Citricultura, em especial ao seu presidente Dr. Lourival do Carmo Mônaco e ao diretor Antônio Juliano Ayres, bem como aos pesquisadores e professores do curso pela idealização, dedicação e pelos ensinamentos.

Ao pesquisador do Fundecitrus Dr. Geraldo José da Silva Júnior, meu orientador, pelas orientações durante toda a condução dos trabalhos e pelo grande companheirismo.

Ao professor Dr. Antonio de Góes, pelo constante apoio, incentivo, pelos ensinamentos e pelas valiosas contribuições ao trabalho.

Ao colega e pesquisador do Fundecitrus Marcelo da Silva Scapin, pela paciência, pelas valiosas orientações e pelo grande auxílio na realização das análises estatísticas.

Aos funcionários do Fundecitrus Guilherme Maniezo Rodriguez, Willian Aparecido Ferreira, Gleison Oliveira Santos e ao colega André Bueno Gama, da Esalq/USP, pela inestimável ajuda na condução dos trabalhos de campo.

A todos colaboradores da Agroterenas S/A – Citrus, em especial aos colegas Júlio Cesar Fabro Falquete, João Rocha Vergílio, Fábio Ziolli, Antonio Marcos de Campos, Adriano Regis da Silva, Leandro Afonso Valério e Fábio Ribeiro da Silva por todo apoio operacional durante a condução dos trabalhos de campo.

Aos colegas de curso por compartilhar seus conhecimentos e ajudar a enriquecer as aulas e pela companhia durante todo o ano em que estivemos juntos.

A todos aqueles que, embora não mencionados, sabem que contribuíram em alguma etapa da minha vida.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”.

Cora Coralina

Eficiência de volumes de calda fungicida e da adição de adjuvantes no controle da podridão floral dos citros em pomares de laranja doce

Autor: Marcio Augusto Soares
Orientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

Resumo

A podridão floral dos citros (PFC) é causada por *Colletotrichum* spp., que afeta todas as variedades comerciais de citros. O patógeno infecta as flores, provocando a queda de frutos e retenção dos cálices nas plantas. O controle da PFC é realizado mediante o uso de fungicidas, sem adição de adjuvantes, em volumes de calda pré-determinados, independentemente do tamanho e idade das plantas, o que muitas vezes acarreta alto consumo de água e de produtos. Objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito da adição de adjuvantes à calda fungicida, pulverizada em plantas secas ou molhadas, e a eficácia de diferentes volumes de calda baseados no volume de copa, seguindo a metodologia do TRV (*tree-row-volume*), no controle da PFC. Três campos experimentais foram conduzidos em pomares adultos de laranja doce no sudoeste paulista. No campo 1 foram avaliados volumes de 20 a 50 mL/m³, sendo o maior o padrão utilizado por citricultores, com ou sem adição de adjuvante organossiliconado (copolímero de poliéter e silicone) à calda com triazol + estrobilurina, em cinco aplicações efetuadas semanalmente durante o florescimento. No campo 2, foram avaliadas caldas da mistura fungicida, acrescidas ou não de organossiliconado, óleo mineral ou óleo vegetal, em quatro aplicações efetuadas semanalmente, em plantas molhadas por meio de chuvas simuladas e, no campo 3, as caldas com ou sem os adjuvantes foram aplicadas em plantas secas e molhadas com chuvas simuladas. Plantas sem pulverizações serviram de controle. Foram avaliados a incidência de flores sintomáticas, o número de cálices persistentes, o número de frutos fixados e a produtividade. No campo 1, todos os volumes testados apresentaram a mesma eficiência, reduzindo de 80 a 98% os sintomas em flores e os cálices persistentes comparado com plantas não tratadas, independente da adição ou não do organossiliconado. Nos campos 2 e 3, a aplicação da calda fungicida, com ou sem adição de organossiliconado ou óleo, proporcionou a mesma eficiência em reduzir os sintomas da doença, tanto em plantas secas como em molhadas. A mistura triazol + estrobilurina é eficiente no controle da doença, sem a adição de adjuvante à calda, aplicada em plantas de laranja doce secas ou molhadas. A redução do volume de calda em até 60%, seguindo a metodologia do TRV, contribui para a produção sustentável de citros, reduz os custos de controle e os impactos sobre o meio ambiente, bem como mantém o controle eficiente da PFC.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, *Colletotrichum acutatum*, Controle químico, Volume de copa, Surfataantes.

Efficiency of spray volumes and the addition of adjuvants for postbloom fruit drop control in sweet orange orchards

Author: Márcio Augusto Soares
Advisor: Dr. Geraldo José da Silva Junior

Abstract

Postbloom fruit drop (PFD) is caused by *Colletotrichum* spp, which affects all commercial citrus varieties. The pathogen infects flowers, causing fruit drop and calyces retention on the trees. PFC control is performed by fungicides applications. The fungicide tank mixtures are sprayed without adjuvants. For control of citrus diseases, pre-determined spray volume are used in orchards with different sizes and ages, leading to loss of water and chemicals. This study evaluate the effect of surfactants added the fungicide tank mixture sprayed on dry or wet trees, and the efficiency of different spray volumes based in the tree-row-volume (TRV) methodology for PFD control. Three field trials were carried out in old sweet orange orchards in southwest of São Paulo State. In field trial 1 were evaluated reduced volumes from 20 to 40 mL/m³ compare to the 50 mL/m³ (growers standard). The different spray volumes were tested with a mixture of triazol + strobilurin fungicides, with or without addition of organosilicone adjuvant (silicone polyether copolymer blend) in the tank mixture, in five weekly applications during the flowering. In filed trial 2 were evaluated fungicide tank mixture supplemented or not with organosilicone, mineral oil or vegetable oil in four weekly applications on wet trees. In field trial 3, the tank mixture with or without adjuvants were applied on dry and wet trees. Untreated control trees were not sprayed. The incidence of symptomatic flowers, the number of persistent calyces, the number of fruit set, and fruit yield were evaluated. In field trial 1, all volumes tested showed the same efficiency, regardless of the organosilicone addition. The incidence of symptoms on flowers and the number of persistent calyces were reduced from 80 to 98% on sprayed trees compared to the untreated trees. In field trial 2 and 3, the addition of organosilicone or oil to fungicide tank mixture did not improve disease control in wet and dry trees. The triazol + strobilurin mixture is effective in controlling PFD without the addition of adjuvant to the tank mixture, sprayed in dry and wet trees. The reduction of spray volumes by 60%, following the TRV concept, cooperate to sustainable citrus production by reducing costs and environment impacts while maintaining efficient PFD control.

Keywords: *Citrus sinensis*, *Colletotrichum acutatum*, Chemical control, Canopy volume, surfactants.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.1 Localização dos campos experimentais.....	7
2.2 Pulverizações em diferentes volumes de calda com e sem adjuvante organosiliconado	8
2.3 Pulverizações com e sem adição de organosiliconado, óleo mineral ou óleo vegetal.....	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1 Pulverizações em diferentes volumes de calda com e sem adjuvante organosiliconado ...	17
3.2 Pulverizações com e sem adição de organosiliconado, óleo mineral ou óleo vegetal.....	23
4 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

O principal polo citrícola brasileiro, representado pelo estado de São Paulo e Triângulo Mineiro, apresenta atualmente um total de 197,8 milhões de plantas e 482.591 hectares, abrangendo 349 municípios. Do total de plantas, 174,13 milhões são produtivas, das quais 22% tem idade entre 3 e 5 anos, 45% entre 6 e 10 anos e 33% acima de 10 anos, sendo que mais de 50% das plantas produtivas estão concentradas em quatro regiões do estado de São Paulo, representadas pelos municípios de Avaré, Bebedouro, Duartina e Limeira (Fundecitrus, 2015b).

A citricultura paulista passou por grandes mudanças geográficas nas décadas de 1990 e 2000, quando grandes áreas foram implantadas na região sudoeste do Estado. Esta região é representada pelos municípios de Avaré, Bauru, Duartina, Itapetininga, Ourinhos e Santa Cruz do Rio Pardo (Neves et al., 2010). A condição climática da região é caracterizada por temperaturas mais baixas e chuvas bem distribuídas ao longo do ano, quando comparada às demais regiões do parque citrícola paulista, principalmente centro e norte. Essas condições, por um lado, possibilitam o uso de uma maior diversidade de porta-enxertos, porém, por outro lado, favorecem o desenvolvimento de doenças como a podridão floral dos citros (PFC), causada por fungos do gênero *Colletotrichum* (Peres, 2002; Goes et al., 2008; Silva Junior et al., 2014a,b). As epidemias dessa doença ocorrem nos anos em que as chuvas são mais frequentes durante o florescimento das plantas (Agostini et al., 1993; Silva Junior et al., 2014b) e a produtividade pode ser reduzida drasticamente se o seu controle não for realizado eficientemente (Goes et al., 2008; Silva Junior et al., 2014a).

A PFC, também conhecida por “Queda prematura de frutos cítricos” ou “Estrelinha”, foi inicialmente relatada como sendo causada por *C. gloeosporioides* (Fagan, 1979). Posteriormente, foi realizada uma reavaliação do agente causal e, alguns isolados foram classificados como SGO (*Slow growth orange*) e outros como KLA (*Key lime antracnose*) (Sonoda & Pelosi, 1988; Agostini et al., 1992; Goes & Kimati, 1997). Porém, mediante estudos moleculares foi verificado que a forma SGO devia-se a espécie *C. acutatum*, o mesmo aplicando-se à forma KLA, no entanto fenotipicamente diferentes entre si (Brown et al., 1996). Posteriormente, ambas as formas de *C. acutatum* associadas aos citros pertenciam a duas linhagens filogeneticamente distintas (Peres et al., 2008). *C. acutatum*, na verdade, corresponde a um complexo de espécies no táxon (Damm et al., 2012) que, após análise multigenes, foi descrita novamente, sendo a PFC atribuída a *C. abscissum* (Pinho et al., 2015), somando-se a

C. gloesporioides strictu latu, também apontado como um agente adicional responsável pela PFC (Lima et al., 2011).

Colletotrichum acutatum (sin. *C. abscissum*) é a espécie mais frequente nos pomares paulistas, encontrada em aproximadamente 80% das flores com sintomas de PFC (Lima et al., 2011). A PFC encontra-se presente em todas as regiões tropicais e subtropicais úmidas das Américas (Timmer et al., 1994). No Brasil, ocorre em praticamente todos os estados produtores de citros como São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Sergipe, Bahia, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Goiás e Amazonas (Goes & Kimati, 1997).

A PFC ocorre em quase todas as variedades de citros de interesse comercial, onde são formadas lesões alaranjadas nas pétalas (Figura 1A-B) (Fagan, 1979) e lesões negras no estigma e estilete (Lin et al., 2001), com consequente queda dos frutos ainda jovens. As plantas, nas quais ocorrem infecções florais, apresentam um desbalanço hormonal, notadamente ácido indol-acético e etileno (Lahey et al., 2004), com consequente amarelecimento de frutos (Figura 1C), retenção de cálice (Figura 1D), e alterações nos padrões de brotação e florescimento das plantas no ciclo subsequente. Em condições muito favoráveis à doença, as lesões comprometem todos os tecidos das pétalas, que, ao ressecarem, podem ficar aderidas ao disco basal por vários dias (Timmer & Zitko, 1996). Os cálices retidos, conhecidos popularmente por “estrelinhas”, podem permanecer nas plantas por período de até 18 meses (Feichtenberger, 1991).

Na ausência de flores, a sobrevivência dos agentes causais da PFC dá-se nas folhas de citros (Agostini et al., 1992; Zulfiqar et al., 1996) ou de plantas daninhas, por alguns meses (Frare, 2012), na forma de apressórios. Nas folhas, os apressórios germinam e produzem os conídios secundários, porém sem causar infecções nos tecidos foliares, sobre as quais não há formação de acérvulo. Tais conídios secundários são dispersos e atingem flores sadias (Zulfiqar et al., 1996). Nas pétalas, as infecções ocorrem quando há períodos de molhamento superiores a 12 horas, sendo os sintomas observados após 4 a 7 dias (Timmer, 1999). Nas pétalas sintomáticas são formados os conídios em acérvulos, sendo posteriormente dispersos por respingos de água para outras flores e folhas, onde germinam e formam apressórios, dando continuidade ao ciclo durante o florescimento (Peres et al., 2005). Ao término do florescimento, os apressórios permanecem quiescentes nas folhas (Agostini et al., 1992; Zulfiqar et al., 1996).



Figura 1. Sintomas de podridão floral dos citros, representados pela formação de lesões alaranjadas no botão expandido (A) ou em flores abertas (B), amarelecimento de frutos jovens (C) e formação dos cálices persistentes (D).

Para o manejo da PFC, a principal estratégia adotada é o controle químico, mediante o uso de fungicidas aplicados de forma preventiva (Goes et al., 2008; Silva Junior et al., 2014a). A proteção deve ser realizada durante o período em que os tecidos são suscetíveis à infecção pelos patógenos, desde a fase de botões verdes e fechados até a fase de queda de pétalas, estigma e estilete (Goes et al., 2008; Silva Junior et al., 2014a). Os primeiros fungicidas utilizados com eficiência no controle da doença foram o benomil (benzimidazol) e o captafol (ftalimida) (Denham & Waller, 1981; Fagan, 1984). No entanto, o uso desses produtos foi proibido entre as décadas de 80 e 90, quando os fungicidas carbendazim (benzimidazol), difenoconazole (triazol), folpet (ftalimidas) e mancozeb (ditiocarbamato) passaram a ser utilizados isoladamente ou em combinação (Goes et al., 2008). Em 2012, os princípios ativos carbendazim, folpet e mancozeb foram excluídos da Lista PIC (Produção Integrada de Citros) e deixaram de ser utilizados em pomares cuja fruta era destinada para a produção de suco (Fundecitrus, 2012). A partir de então, os triazóis e as estrobilurinas, usados isoladamente ou

em misturas, passaram a ser os únicos grupos utilizados para o controle da doença nos pomares brasileiros, sendo a mistura destes altamente eficiente (Silva Junior et al., 2014a).

Para o controle da PFC, a aplicação de fungicidas é essencial e indispensável quando as condições são favoráveis ao patógeno, principalmente quando há ocorrência de chuvas com prolongamento do período de molhamento das plantas em mais de 12 horas (Timmer et al., 1999). As pulverizações devem ser realizadas em intervalos curtos, uma vez que a incidência de plantas doentes pode passar de menos de 13% para mais de 73% em um período de 9 a 12 dias (Silva Junior et al., 2014b). O intervalo entre aplicações recomendado varia de 7 a 10 dias (Peres et al., 2004). Entretanto, a ocorrência de dois ou três dias consecutivos de chuvas com prolongamento do molhamento para mais de 48 horas reduz a eficiência dos fungicidas, se aplicados a cada sete dias, sendo necessária uma aplicação antes e outra imediatamente após esta condição (Fundecitrus, 2015a).

Uma vez determinada a necessidade de uso do controle químico, deve-se considerar a regulagem e calibragem do pulverizador para que o produto atinja o alvo em quantidade necessária, de forma econômica e com impacto ambiental mínimo (Matthews, 2008). A adequação do volume de calda é importante, pois impacta diretamente sobre o controle da doença e sobre os custos.

Em citros, os defensivos são aplicados com volumes de calda fixos em pomares com diferentes tamanhos e idades de plantas, levando à perda de água e de produtos (Scapin et al., 2015). Para a podridão floral dos citros, os volumes adotados na década de 1990 eram em torno de 6,5 a 8,3 L/planta e, no fim da década de 2000, esses volumes foram reduzidos para valores entre 2,1 L/planta e 2,7 L/planta (Feichtenberger et al., 2010; Scandelai, 2011). Entretanto, visando a otimização dos recursos, o volume de calda estabelecido por planta ou hectare não é a estratégia mais apropriada para o controle da podridão floral. As perdas e desperdícios de produtos, bem como a ineficiência dos mesmos, pode ser atribuída a não adequação do volume de calda aplicado em relação às características da planta e dentre estas, destacam-se os aspectos estruturais da copa (Rosell Polo et al., 2009).

Em culturas perenes, como citros, maçã e uva, as pulverizações podem ser baseadas no volume de copa das plantas (Sutton & Unrath, 1984, 1988; Siegfrieda et al., 2007; Pergher & Petris, 2008; Gil & Escolà, 2009; Scapin et al., 2015). Este conceito, denominado de *tree-row-volume* (TRV) ou *volume de linha de árvores* por hectare, foi avaliado inicialmente em pomares de maçã (Sutton & Unrath, 1984). Em citros, volumes de calda baseados no volume de copa das plantas já foram estabelecidos para doenças como pinta preta, causada por *Phyllosticta*

citricarpa (Silva, 2013) e cancro cítrico, causado por *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (Scapin et al., 2015).

As condições ambientais durante as pulverizações, se adversas, podem influenciar no controle de doenças e pragas (Matthews, 1992). A ocorrência de chuvas, por sua vez, pode ocasionar a remoção do produto dos tecidos das plantas e reduzir a eficácia de controle. As aplicações para PFC devem ser realizadas em intervalos curtos e, em alguns casos, os produtos são aplicados sob condições de plantas molhadas, logo após a ocorrência de chuvas ou no início da manhã, quando as plantas ainda estão com água livre na superfície. Neste cenário, os adjuvantes presentes na formulação ou adicionados à mistura no tanque, para modificar a ação química ou as propriedades físicas da calda a ser aplicada, podem ser uma opção para melhorar a eficiência do fungicida utilizado (Runge et al., 2013).

A adição dos adjuvantes na calda tem sido estudada principalmente nas aplicações de herbicidas, uma vez que a ocorrência de chuva após a sua aplicação é um dos fatores determinantes o desempenho no controle de plantas daninhas. Os adjuvantes têm contribuído para reduzir o efeito da chuva após aplicação (Antuniassi et al., 2010). Podem ser utilizados com o objetivo de desempenhar funções específicas, incluindo tamponantes, dispersantes, emulsificantes, umectantes, espalhantes e aderentes. Estes produtos podem também reduzir a evaporação, formação de espuma, volatilização e deriva, porém um único adjuvante não pode desempenhar todas estas funções, mas diferentes adjuvantes compatíveis podem ser combinados para desempenhar múltiplas funções simultaneamente (Tu & Randall, 2003). As funções dos adjuvantes podem ser complexas e em combinação com fungicidas, resultar na melhoria da deposição e no controle de patógenos (Stock & Briggs, 2000). Por outro lado, podem prejudicar o controle de patógenos, pela redução da tensão superficial e aumento do escorrimento da calda (Vinhas, 2011). O uso de adjuvantes nas aplicações pode aumentar o espalhamento, a retenção e a penetração do ingrediente ativo nos tecidos vegetais, bem como reduzir o período mínimo sem chuva para que haja absorção do produto (Matuo et al., 1989; Kirkwood, 1993).

Existem adjuvantes com característica de aderência, tais como óleo mineral ou vegetal, os quais aumentam a adesão dos líquidos ou sólidos à superfície cerosa dos órgãos da planta. O aumento da aderência diminui o escorrimento e faz com que as gotas permaneçam na superfície das folhas e não sejam lavadas com facilidade pela água da chuva (Vargas & Roman, 2006). Os óleos minerais e vegetais são adjuvantes que possuem amplo espectro de uso, sendo utilizados tanto isoladamente no controle de insetos e fungos, quanto como adjuvantes

adicionados às caldas de pulverizações (Mendonça et al., 2007). A utilização de óleos nas caldas pode melhorar a penetração e adesão dos defensivos nas folhas (Antuniassi, 2009) e aumentar o espalhamento, principalmente dos fungicidas de contato (Penner, 2000; Vargas & Roman, 2006). Na citricultura, a adição de óleo à calda a ser pulverizada tem sido relativamente frequente, tanto na adição ao inseticida abamectina, utilizada para o controle de ácaros e do minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*) (Fundecitrus, 2015a), quanto em mistura aos fungicidas cúpricos e estrobilurinas para o controle de mancha preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) (Aguilar-Vildoso et al., 1999; Vinhas, 2011). Todavia, pouco se conhece a respeito dos efeitos sobre a eficácia dos fungicidas utilizados para o controle da podridão floral, principalmente devido à escassez de trabalhos relacionados ao estudo da aderência dos mesmos na superfície das pétalas.

Os adjuvantes organossiliconados incluídos no grupo dos surfatantes, têm como característica melhorar o espalhamento e a penetração dos produtos pulverizados nas folhas, via estômatos (Stevens, 1993). O mecanismo de ação dos mesmos está relacionado com o aumento efetivo da área de contato da gota pulverizada com a superfície alvo, assim como com a dissolução ou rompimento das ceras (Stock & Holloway, 1993). Reduzem a tensão superficial das gotas, podendo influenciar na permeabilidade da membrana citoplasmática, no impacto, adesão e retenção das gotas sobre a superfície, bem como no espalhamento (Knoche & Bukovac, 1993). Entretanto, se aplicados em alto volume de calda, podem aumentar o escorrimento da calda aplicada, causando perdas de produto e ineficiência de controle, como já foi observado para o controle da mancha preta dos citros ao ser aplicado em volume de calda de 200 mL/m³ (Vinhas, 2011).

Baseado no exposto, os volumes adotados para o controle da podridão floral no estado de São Paulo são relativamente altos e as caldas são utilizadas sem adição de adjuvantes. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a eficiência da aplicação da mistura fungicida triazol + estrobilurina no controle da podridão floral, nas seguintes condições: (i) aplicados em diferentes volumes de calda, com e sem adição de adjuvante organossiliconado e; (ii) aplicados em um mesmo volume de calda, com e sem adição de óleo mineral, óleo vegetal e adjuvante organossiliconado, em plantas secas ou molhadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização dos campos experimentais

Foram realizados três experimentos, nos municípios de Taquarituba e Santa Cruz do Rio Pardo (Figura 2), localizados na região denominada de sudoeste paulista (Neves et al., 2010). Nos diferentes campos experimentais foi avaliada a eficiência de diferentes volumes de calda e da adição de adjuvantes à calda fungicida no controle da podridão floral.

No primeiro campo experimental, localizado no município de Taquarituba, SP (23° 41' 3" S, 49° 12' 44" O e 684 metros de altitude), foi avaliada a eficiência de diferentes volumes de calda fungicida, com e sem adição de adjuvante organossiliconado.

Os campos experimentais 2 e 3 foram conduzidos no município de Santa Cruz do Rio Pardo, SP (22° 49' 27" S, 49° 23' 30" O, 599 m de altitude). No segundo campo, avaliou-se a eficiência do uso de fungicida, associado ou não a adjuvante organossiliconado ou óleo (mineral e vegetal), aplicados em plantas molhadas. No terceiro campo, foi testada a eficiência do uso de fungicida, associado ou não a adjuvante organossiliconado ou óleo mineral, tanto em pulverização com plantas secas, como em plantas molhadas. Nestes, o volume de calda fungicida utilizado para todos os tratamentos foi o mesmo.



Figura 2. Divisão das regiões produtoras de citros do Estado de São Paulo e localização dos campos experimentais (Adaptado de Fundecitrus, 2015b).

2.2 Pulverizações em diferentes volumes de calda com e sem adjuvante organosiliconado

O campo experimental 1, localizado no município de Taquarituba, SP, foi conduzido em pomar comercial de laranja doce 'Pera' (*Citrus sinensis*), enxertada em limão Cravo (*Citrus limonia*), com 21 anos de idade, durante o período de florescimento. A área experimental foi selecionada em função do histórico da doença em anos anteriores e alta pressão do inóculo. O volume de calda foi estimado por metro cúbico de copa das plantas, utilizando a metodologia TRV. Para isso, a área de 1 hectare (em m²) é dividida pelo espaçamento entre as linhas de plantio (em metros) e o valor obtido é multiplicado pela altura (em metros) e profundidade das plantas (medida do diâmetro da copa no sentido perpendicular à linha de plantio, em metros) (Sutton & Urath, 1984; Scapin et al., 2015). A altura e profundidade das plantas foi obtida pela média de 20 plantas avaliadas no pomar. O espaçamento entre plantas era de 3,2 metros e entre linhas de 7,0 metros, totalizando 446 plantas/ha. As plantas apresentavam em média 4,1 m de altura, 3,2 m de largura, 3,9 m de profundidade. Baseado nesses valores, o TRV estimado foi de 22.800 m³/ha, que representa 51 m³/planta.

O experimento foi composto por nove tratamentos, comparando o volume de aplicação de 50 mL de calda/m³ de copa (padrão usado pela maioria dos produtores paulistas) e outros três volumes menores (20, 30 e 40 mL/m³) para o controle da podridão floral. Para todos os volumes foi utilizada calda com a mistura tebuconazol + trifloxistrobina (Nativo[®], 20 + 10% i.a., Bayer CropScience S.A) na dose de 160 + 80 g i.a./ha (7,0 + 3,5 mg i.a./m³ copa), acrescida ou não de organosiliconado, copolímero de poliéter e silicone (Silwett L-77 Ag[®], 1000 g i.a/L, Momentive Performance Materials Indústria de Silicones Ltda), na dose de 0,025%. Esse adjuvante foi escolhido com o objetivo de melhorar a distribuição e cobertura de calda aplicada sobre as inflorescências, uma vez que reduz a tensão superficial das gotas e aumenta o espalhamento sobre a superfície pulverizada (Stock & Holloway, 1993). Plantas não tratadas foram usadas como controle. A velocidade de trabalho do conjunto trator/pulverizador foi de 6,2 km/h. Para obtenção dos diferentes volumes de calda foram empregadas variações nas combinações de pontas, difusores e pressões de trabalho (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos com as configurações adotadas para a aplicação da calda fungicida em diferentes volumes, acrescida ou não do adjuvante organossiliconado, durante o período de florescimento, para o controle da podridão floral dos citros em pomar comercial de laranja ‘Pera’, no município de Taquarituba, SP.

Tratamento	Volume		Adjuvante ^a	Ponta/Difusor ^b	Vazão (L/min/ponta)	Pressão (psi)
	(mL/m ³)	(L/ha)				
1	50	1.125	+	AD4/AC25	1,78	111
2	50	1.125	-	AD4/AC25	1,78	111
3	40	900	+	AD3/AC25	1,42	167
4	40	900	-	AD3/AC25	1,42	167
5	30	675	+	AD3/AC25	1,07	95
6	30	675	-	AD3/AC25	1,07	95
7	20	450	+	AD3/AC23	0,71	108
8	20	450	-	AD3/AC23	0,71	108
9	Testemunha (sem pulverizações)					

^a(+) calda acrescida com adjuvante organossiliconado copolímero de poliéter e silicone (0,025%), e (-) sem adjuvante adicionado a calda. ^bPontas e difusores do modelo Albus Disc (AD) & Core (AC) utilizados para atingir as diferentes vazões por ponta nos diferentes volumes de calda testados, com pressões variando de 95 to 167 psi no manômetro.

As pulverizações foram efetuadas mediante uso de um turbopulverizador, modelo Arbus 4000 Valência[®] (Máquinas Agrícolas Jacto S/A, Pompéia-SP), com capacidade de 4000 litros, com 48 pontas de pulverização (24 unidades de cada lado) do modelo Disc & Core, AD/AC (Albus, França). O intervalo entre as pulverizações foi de 7 dias (10/08, 17/08, 24/08, 31/08 e 07/09). As pulverizações foram iniciadas no estágio reprodutivo R2 (botões verdes e fechados) e finalizadas no estágio R6/R7 (flor aberta/queda de pétalas) (Silva Junior et al., 2014a).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, arranjados no esquema fatorial 4 x 2 (4 volumes de calda x 2 condições de uso de adjuvante) com uma testemunha, totalizando 9 tratamentos e 4 repetições. Cada bloco era formado por 9 parcelas (uma de cada tratamento) as quais eram compostas por 3 linhas de plantas, contendo 6 plantas por linha, perfazendo um total de 18 plantas. Entre os blocos foi mantida bordadura de uma linha de plantas não pulverizadas (Figura 3).

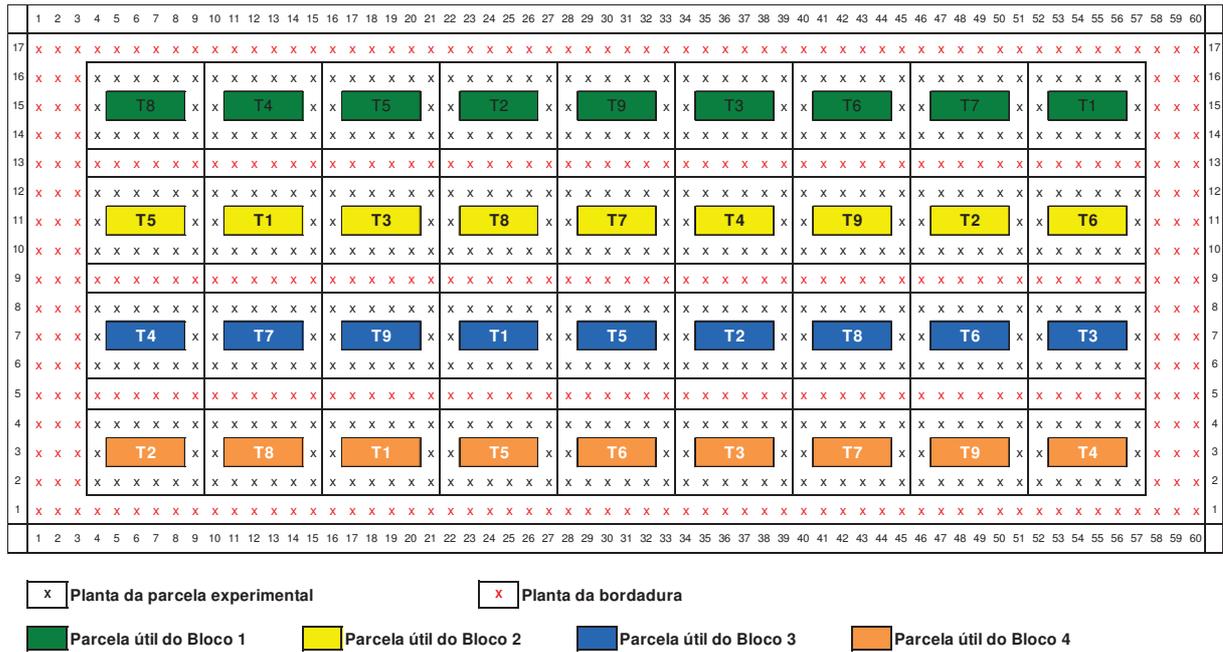


Figura 3. Croqui do campo experimental 1, no município de Taquarituba (SP), demonstrando a localização das parcelas e dos blocos.

Para as avaliações de flores sintomáticas, cálices persistentes e frutos fixados, foram marcados 10 ramos por planta (5 ramos de cada lado da planta), em 2 plantas centrais, localizadas na linha central de cada parcela. A avaliação de flores sintomáticas foi realizada mediante a contagem do número médio de flores com sintomas típicos da doença e do número total de flores (Figura 4A-B), no momento em que as flores estavam com as pétalas abertas (estádio R6) (Silva Junior et al., 2014a). O número de cálices persistentes e o número de frutos fixados foram avaliados após a queda fisiológica dos frutos, em dezembro, três meses após a queda de pétalas (Figura 4C-D). Também foi avaliada a porcentagem de frutos efetivos, que corresponde à correlação entre o número de frutos fixados e o total de estruturas reprodutivas do ramo (frutos fixados e cálices persistentes). Para determinar a porcentagem de fruto efetivo foram consideradas as informações obtidas nos mesmos 10 ramos marcados por planta, sendo que para tal foi empregada a fórmula: $\text{Fruto efetivo (\%)} = (a / a+b) \times 100$ onde, a corresponde ao número de frutos fixados e b corresponde ao número de cálices persistentes (Goes et al., 2008). A produtividade foi mensurada no ano seguinte ao florescimento, mediante a colheita e pesagem de todos os frutos maduros, oriundos da florada tratada, presentes nas quatro plantas centrais, localizadas na linha central de cada parcela, determinando o peso médio de frutos por planta (kg/planta) em cada tratamento (Goes et al., 2008; Silva Junior et al., 2014a). Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Figura 4. Detalhe dos ramos marcados (A) para avaliação de flores com sintomas típicos (B), cálices persistentes (C) e frutos fixados (D).

As informações referentes à pluviosidade no período de realização do experimento foram obtidas de uma estação localizada na propriedade. Dados referentes ao regime total de chuvas e às temperaturas máxima, média e mínima, de agosto a setembro, foram analisados.

O custo de cada tratamento avaliado foi estimado para uma área de 100 hectares. Para o cálculo do mesmo, foi considerado tempo de 30 minutos para cada reabastecimento, valores de hora/máquina e hora/homem estimados pelo Agriannual (FNP, 2015) e os valores (em reais) do fungicida e do adjuvante utilizados, praticados em revendas de defensivos agrícolas na região de Taquarituba, SP, na safra 2015/2016.

2.3 Pulverizações com e sem adição de organossiliconado, óleo mineral ou óleo vegetal

Os campos experimentais 2 e 3 foram conduzidos no município de Santa Cruz do Rio Pardo, SP, durante os períodos de florescimento de 2013 e 2015, respectivamente. O campo 2 estava localizado em pomar de plantas de laranja ‘Pera’ enxertada em tangerina Cleópatra (*Citrus reticulata*), com 22 anos de idade, e o campo 3, de laranja ‘Natal’ (*C. sinensis*),

enxertada em limoeiro ‘Cravo’, com 19 anos de idade. Os dois pomares foram escolhidos por apresentarem histórico de ocorrência da doença em anos anteriores e grande quantidade de inóculo. O espaçamento entre plantas no campo 2 era de 3,5 x 7,0 m, totalizando 408 plantas/ha. As plantas apresentavam 5,5 m de altura, 3,5 m de largura e 5,2 m de profundidade, resultando em volume médio de copa de 100 m³/planta ou 40.800 m³/ha. No campo 3, as plantas apresentavam espaçamento de 3,8 x 7,5 m, totalizando 350 plantas/ha. As plantas apresentavam 5,3 m de altura, 3,8 m de largura e 5,8 m de profundidade, com volume médio de copa de 117 m³/planta ou 40.900 m³/ha.

O campo experimental 2 foi composto por cinco tratamentos, nos quais foi avaliada a eficiência da mistura tebuconazol + trifloxistrobina, na dose de 160 + 80 g i.a./ha (3,8 + 1,9 mg i.a./m³ de copa), aplicada com volume de calda de 1300 L/ha (~30 mL/m³ de copa ou 3,2 L/planta), associada ou não a diferentes adjuvantes, para o controle da podridão floral. Os adjuvantes avaliados foram: i) óleo mineral (Agefix[®], 920 g i.a./L, Agecom Produtos de Petróleo Ltda); ii) óleo vegetal (Natur’l Óleo[®], 930 g i.a./L, Stoller do Brasil Ltda) na dose 0,25% e; iii) organosiliconado, copolímero de poliéter e silicone, na dose de 0,01%. A escolha dos óleos como adjuvantes foi com o objetivo de aumentar a adesão da calda fungicida à superfície cerosa dos órgãos da planta, uma vez que esses compostos podem reduzir a lavagem do defensivo pela ação da água (Vargas & Roman, 2006). A adição do organosiliconado foi baseada na capacidade desse adjuvante em aumentar o espalhamento, conforme descrito no item anterior. Plantas não tratadas serviram de controle (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos com calda fungicida tebuconazol + trifloxistrobina, aplicada sem ou com adição de adjuvantes, durante o período de florescimento para o controle da podridão floral dos citros, em pomar comercial de laranja ‘Pera’ (campo experimental 2), no município de Santa Cruz do Rio Pardo, SP.

Tratamento	Descrição do tratamento ^a	Dose (%)
1	Sem adjuvante	0,00
2	Óleo mineral	0,25
3	Óleo vegetal	0,25
4	Organosiliconado CPS	0,01
5	Testemunha (sem pulverizações)	---

^aEm todos os tratamentos foram realizadas quatro aplicações após chuva simulada (com plantas molhadas), desde a fase de botões verdes e fechados até a queda de pétalas. O adjuvante organosiliconado utilizado foi o copolímero de poliéter e silicone (CPS).

Todos os tratamentos foram submetidos a irrigação por aspersão utilizando canhão autopropelido, modelo Turbomaq 300[®] (Irrigabrazil Sistemas de Irrigação, Pinhais, PR), com deslocamento de 45 metros por hora, aplicando lâminas de água de aproximadamente 15 mm, em faixas de 90 metros de largura (Figura 5). A irrigação foi considerada chuva simulada, conforme metodologia utilizada por Tank Junior (2013), sendo efetuada uma vez por semana, nos dias 15/07, 22/07, 31/07 e 07/08, sempre a partir das 19:00 horas, quando as flores estavam nos estádios R1 a R7.



Figura 5. Equipamento de irrigação por aspersão (tipo canhão autopropelido) utilizado para simular chuva no campo experimental.

As pulverizações foram efetuadas na manhã do dia seguinte à chuva simulada, quando as plantas ainda estavam molhadas. Foram realizadas quatro pulverizações (16/07, 23/07, 01/08 e 08/08) mediante uso de turbopulverizador, modelo Guliver 4000[®] (FMCopling Pulverizadores, Araraquara-SP), com capacidade de 4000 litros, com 72 pontas de pulverização (36 unidades de cada lado), modelo Disc & Core, ponta AD2 e difusor AC25. A velocidade de trabalho do conjunto trator/pulverizador foi de 5,0 km/h.

O campo experimental 3 foi composto por sete tratamentos, nos quais foi avaliada a eficiência da mistura tebuconazol + trifloxistrobina, na dose de 160 + 80 g i.a./ha (3,8 + 1,9 mg i.a./m³ de copa), aplicada com volume de calda de 1300 L/ha (~30 mL/m³ de copa ou 3,7L por planta), associada ou não a diferentes adjuvantes, antes ou após chuvas simuladas, para o controle da podridão floral. Os adjuvantes e doses avaliados, bem como equipamentos para realização de chuvas simuladas, foram os mesmos descritos para o experimento realizado no campo experimental 2. Plantas não tratadas serviram de controle (Tabela 3).

Tabela 3. Descrição dos tratamentos com calda fungicida tebuconazol + trifloxistrobina, aplicada sem ou com adição de adjuvantes, antes ou após chuvas simuladas, durante o período de florescimento, para o controle da podridão floral dos citros em pomar comercial de laranja ‘Natal’ (campo experimental 3), no município de Santa Cruz do Rio Pardo, SP.

Tratamento	Descrição ^a	Dose (%)	Aplicação em relação à chuva simulada ^b
1	Óleo mineral	0,25	Antes
2	Organosiliconado (CPS) ^c	0,01	Antes
3	Sem adjuvante	0,00	Antes
4	Óleo mineral	0,25	Após
5	Organosiliconado (CPS) ^c	0,01	Após
6	Sem adjuvante	0,00	Após
7	Testemunha (sem pulverização)	---	---

^aEm todos os tratamentos foram realizadas cinco aplicações semanais, desde a fase de botões verdes e fechados até a queda de pétalas. ^bAs chuvas foram simuladas com canhão autopropelido, em três dias consecutivos por semana, durante cinco semanas. As pulverizações nos tratamentos 1 a 3 foram realizadas antes da primeira chuva e, nos tratamentos 4 a 6, após a primeira e antes da segunda chuva. ^cO adjuvante organosiliconado utilizado foi o copolímero de poliéter e silicone (CPS).

As chuvas foram simuladas em três dias consecutivos por semana, aplicando lâmina de água de aproximadamente 15 mm, a partir das 19:00 horas, desde o estádio R1 até R7, totalizando quatro semanas, iniciando em 10/08 e finalizando em 02/09. Na semana do dia 08/09 (quinta semana) não foi realizada chuva simulada, em função da ocorrência de chuvas naturais.

As pulverizações dos tratamentos 1 a 3 foram realizadas semanalmente, antes da chuva, no início da manhã (8:00 às 10:00 horas) do dia da primeira chuva e as pulverizações dos tratamentos 4 a 6 foram realizadas semanalmente, após a primeira chuva simulada, sempre na manhã do dia da segunda chuva. Foram realizadas cinco pulverizações durante o florescimento (10/08 e 11/08, 17/08 e 18/08, 24/08 e 25/08, 31/08 e 01/09, 08/09 e 09/09), com o mesmo equipamento e configuração descritos no campo experimental 2.

Nos campos experimentais 2 e 3 o delineamento utilizado foi de blocos ao acaso. Cada bloco era formado por um número de parcelas correspondente ao número de tratamentos do experimento (uma parcela de cada tratamento) as quais eram compostas por 3 linhas de plantas, contendo 6 plantas por linha, perfazendo um total de 18 plantas.

No campo 2 foram avaliados 5 tratamentos e 3 repetições (Figura 6). No campo 3 as parcelas foram arranjadas no esquema fatorial 3 x 2 (3 adjuvantes x 2 condições de molhamento foliar) com uma testemunha, totalizando 7 tratamentos e 3 repetições.

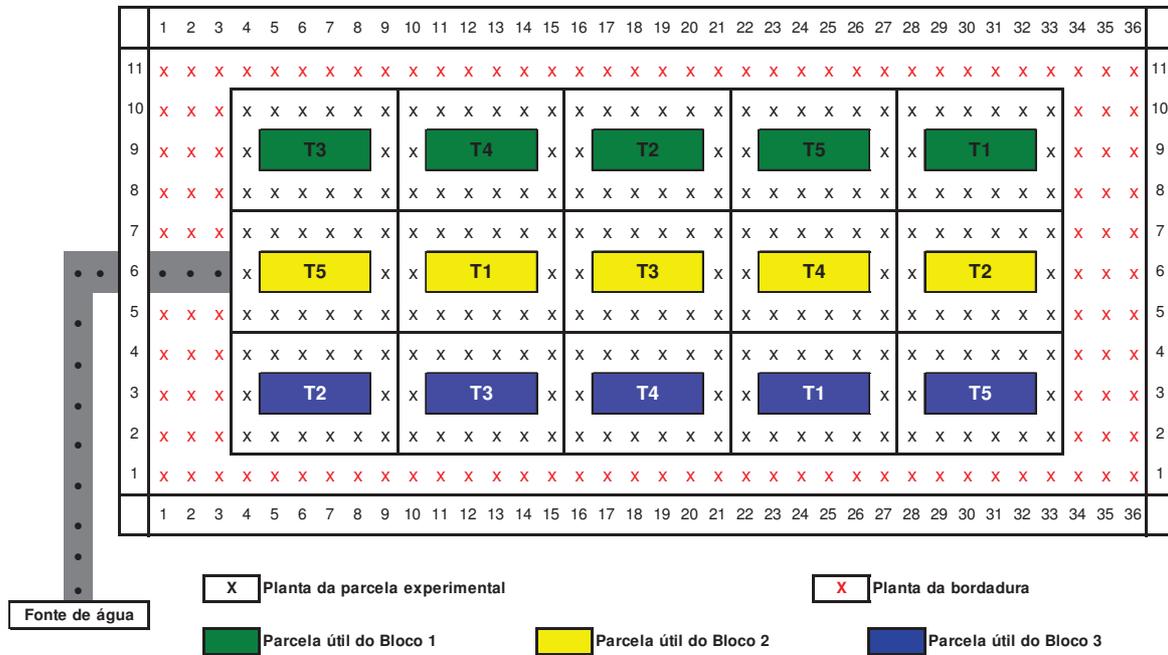


Figura 6. Croqui do campo experimental 2, no município de Santa Cruz do Rio Pardo (SP), demonstrando a distribuição das parcelas dos diferentes tratamentos dentro dos três blocos. O campo experimental 3 foi realizado da mesma forma, porém com sete parcelas por bloco ao invés de cinco.

A metodologia de avaliação foi similar à utilizada no campo experimental 1. As avaliações de sintomas em pétalas foram realizadas no estágio R6. As avaliações de cálices persistentes e frutos fixados foram realizadas após a queda fisiológica dos frutos. A produtividade foi avaliada no ano seguinte ao florescimento, no campo experimental 2. No campo 3, a colheita total dos frutos de cada planta foi realizada quando os frutos estavam verdes e com aproximadamente 3,0 cm de diâmetro. A produtividade foi estimada multiplicando-se o total de frutos colhidos por árvore pelo peso médio do fruto maduro, considerando a média de 160g/fruto das últimas cinco safras dessa área. Os resultados obtidos nas duas áreas experimentais foram analisados por meio de análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A chuva simulada foi mensurada por meio de três pluviômetros de plástico distribuídos na área experimental, sendo um em cada bloco. No campo 3, a temperatura e umidade relativa foram mensuradas com um termo-higrômetro digital, modelo Data Logger HT-500 (Instrutemp

Instrumentos de Medição Ltda, São Paulo, SP) instalado na copa de uma das plantas da linha central do bloco central. Os dados meteorológicos de chuva e temperatura durante a realização dos ensaios foram obtidos de uma estação meteorológica, modelo Vantage Pro (Davis Instruments Corp., Hayward, USA) mantida na propriedade.

O custo de cada tratamento avaliado foi estimado por consulta de preços praticados em revendas de defensivos agrícolas na região de Santa Cruz do Rio Pardo, SP, na safra 2015/2016. Além dos produtos utilizados, valores de hora/máquina e hora/homem foram estimados utilizando dados do Agriannual (FNP, 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Pulverizações em diferentes volumes de calda com e sem adjuvante organossiliconado

No campo experimental 1, o período de florescimento foi de aproximadamente um mês, desde a fase de botões verdes e fechados (R1/R2) até a queda de pétalas (R7). Chuvas ocorreram nos dias 9, 10 e 20 após início do florescimento, totalizando 40 mm. Durante o período de 34 dias, a temperatura mínima variou de 6 a 17°C, a temperatura média de 10 a 25°C e a temperatura máxima de 13 a 34°C (Figura 7).

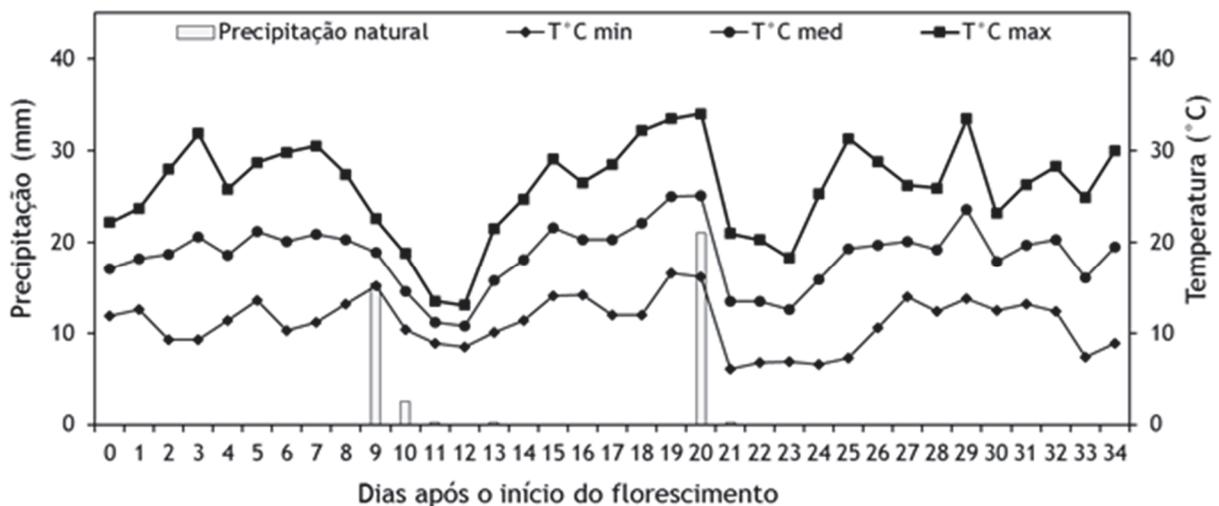


Figura 7. Dados meteorológicos registrados em Taquaritiba, SP, durante o florescimento no campo experimental 1. Dia “zero” refere-se ao estágio R1/R2, onde foi realizada a primeira pulverização. Barras representam a precipitação. As linhas representam as temperaturas máxima (-■-), média (-●-) e mínima (-◆-).

A porcentagem de flores sintomáticas foi de 34% no tratamento testemunha sem pulverizações, diferindo significativamente da incidência da doença em plantas tratadas com fungicidas. Todos tratamentos com pulverizações, independentemente do volume de calda e da adição ou não de organossiliconado à calda proporcionaram reduções superiores a 87% na porcentagem de flores com sintomas de podridão floral, quando comparados à testemunha. Entre os tratamentos com pulverização de fungicidas a incidência variou de 0,4% a 4,2% de flores sintomáticas, não havendo diferenças significativas entre eles (Figura 8A). A adição do adjuvante organossiliconado (CPS) na concentração de 0,025% na calda fungicida não foi suficiente para aumentar a eficiência de controle da doença. O número de cálice persistente por ramo marcado apresentou o mesmo comportamento observado para os dados de flores sintomáticas, sendo observado, em média, 3,2 cálices por ramo nas plantas não pulverizadas,

valor este significativamente superior aos observados para as plantas pulverizadas com fungicidas, independentemente do volume de calda e do uso de adjuvante organossiliconado. Todos os tratamentos em que as plantas foram pulverizadas com fungicida apresentaram menos de 0,65 cálices por ramo, não havendo diferenças significativas entre eles. Desta forma, todos os tratamentos com pulverizações reduziram em mais de 80% o número de cálices persistentes em comparação ao tratamento sem pulverizações (Figura 8B).

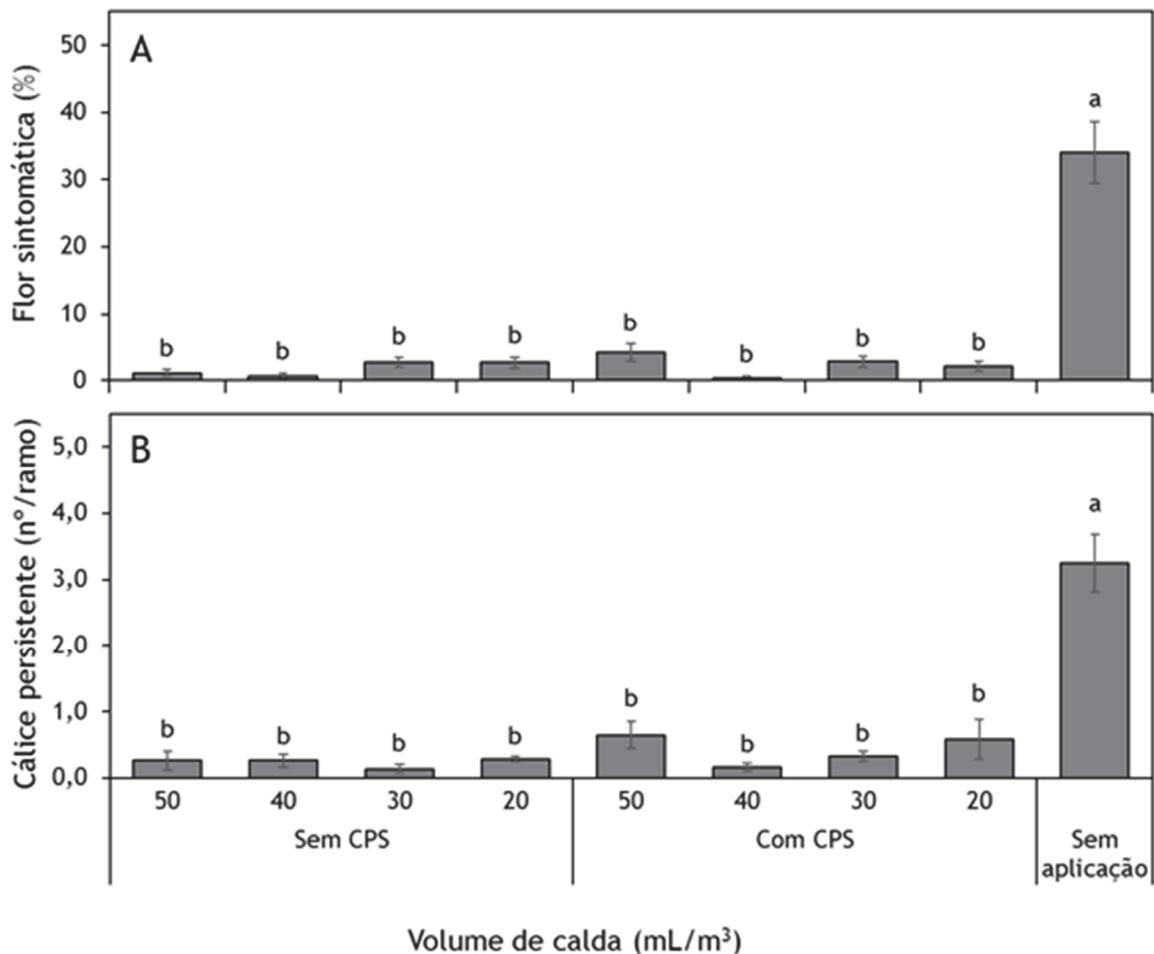


Figura 8. Porcentagem de flor sintomática (A) e número de cálice persistente (B) por ramo marcado em laranjeira ‘Pera’, no município de Taquarituba, SP (campo experimental 1), submetida a tratamentos com aplicação de calda fungicida, adicionada ou não do adjuvante organossiliconado copolímero de poliéter e silicone (CPS), em diferentes volumes de calda (mL de calda/m³ de copa), durante o período de florescimento. Plantas não tratadas serviram de controle (Sem aplicação). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; $p > 0,05$).

O número de frutos fixados por ramo nos tratamentos com aplicação de fungicida foi significativamente superior ao observado no tratamento sem pulverizações, para o controle da podridão floral, exceto para os tratamentos com 40 mL/m³ (Figura 9A). Todos os volumes testados, de 20 a 50 mL/m³ de calda, apresentaram eficiência similar em reduzir a queda de frutos causada pela doença. A adição do organossiliconado (CPS) na calda não promoveu aumento de fixação de frutos nas plantas, independentemente do volume de calda utilizado (Figura 9A). A porcentagem de frutos efetivos nos diferentes tratamentos variou de 60 a 90%, sendo significativamente superior aos 18% observados no tratamento sem pulverizações (Figura 9B).

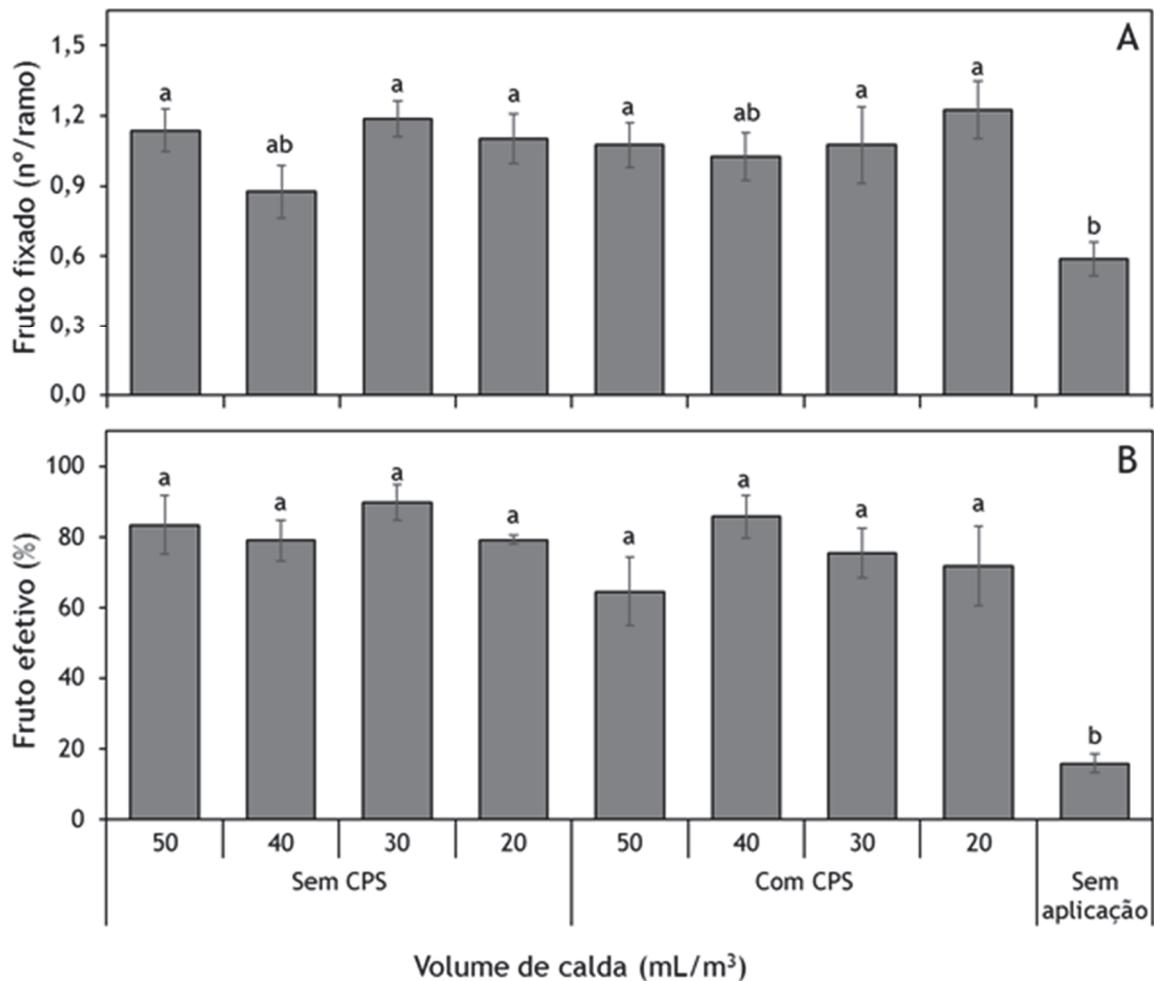


Figura 9. Número de frutos fixados (A) e porcentagem de fruto efetivo (B) por ramo marcado em laranjeira ‘Pera’, no município de Taquarituba, SP (campo experimental 1), submetida a tratamentos com aplicação de calda fungicida, adicionada ou não do adjuvante organossiliconado copolímero de poliéter e silicone (CPS), em diferentes volumes de calda (mL de calda/m³ de copa), durante o período de florescimento. Plantas não tratadas serviram de controle (Sem aplicação). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; $p>0,05$).

Apesar das significativas diferenças observadas para as variáveis flores sintomáticas, cálices persistentes, frutos fixados e frutos efetivos, ao comparar a produtividade de plantas que receberam pulverizações com fungicida para o controle da podridão floral com plantas não pulverizadas, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, mesmo sendo observada produtividade superior a 20% em alguns tratamentos em relação ao tratamento sem pulverização (Figura 10).

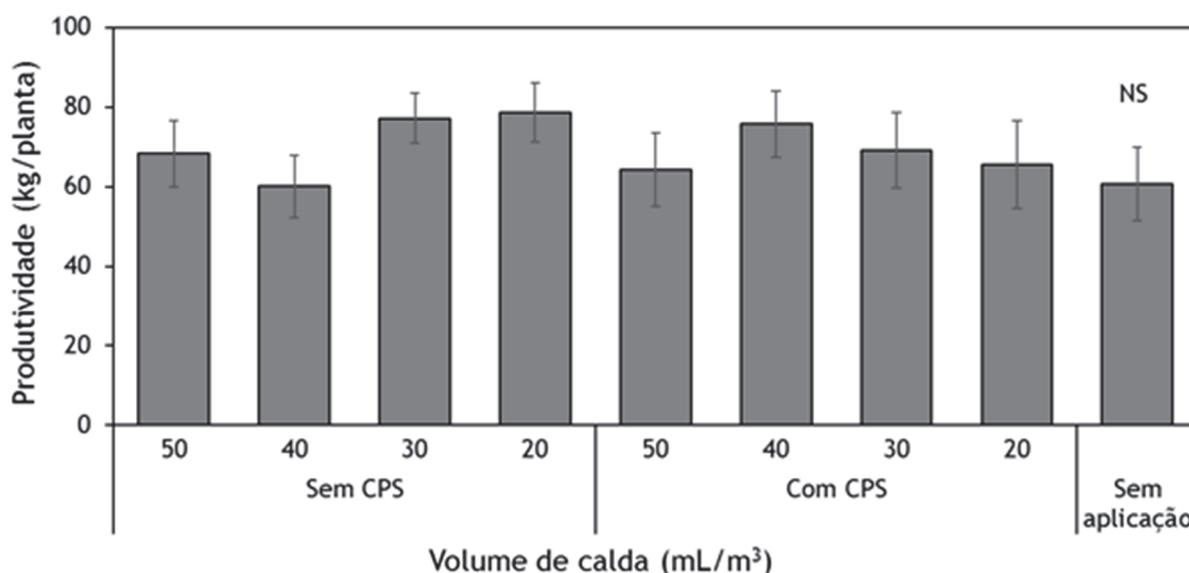


Figura 10. Produtividade (kg/planta) de laranjeira 'Pera', no município de Taquarituba, SP, (campo experimental 1), submetido a tratamentos com aplicação de calda fungicida, adicionada ou não do adjuvante organossiliconado copolímero de poliéter e silicone (CPS), em diferentes volumes de calda (mL de calda/m³ de copa), durante o período de florescimento. Plantas não tratadas serviram de controle (Sem aplicação). NS, não significativo (Tukey; $p > 0,05$).

Os resultados obtidos no campo 1 para as variáveis flor sintomática e cálice persistente apresentaram a mesma tendência. Todos os tratamentos com pulverizações diferiram da testemunha. Entretanto, para a produtividade, as plantas tratadas não diferiram das não tratadas. Isso pode ser explicado pelo fato da formação de cálices persistentes apresentar grande variação e não correlacionar com produtividade das plantas (Goes & Kimati, 1997; Silva Junior, 2011), uma vez que a formação dos cálices persistentes se dá normalmente pela alteração na produção de hormônios (Lahey et al., 2004). Timmer et al. (1994) também mencionaram não haver correlação significativa entre cálices persistentes e produção em algumas áreas. Em cinco campos experimentais de laranja 'Pera', a porcentagem de flores sintomáticas apresentou boa

correlação com a produtividade, porém com coeficiente de correlação relativamente baixo ($R^2 = 0,43$), uma vez que há uma grande variação entre a produtividade de plantas submetidas ao mesmo tratamento (Silva Junior, 2011). Desta forma, uma análise conjunta das diferentes variáveis se torna importante na comparação dos tratamentos, uma vez que há variações entre elas, e análises baseadas em apenas uma variável pode acarretar conclusões equivocadas.

A redução do volume de calda de 50 para 20 mL/m³ proporcionou uma diminuição do número de tanques necessários para pulverizar 100 hectares, de 28,4 para 11,3. Esse menor volume contribuiu para reduzir o tempo de reabastecimento, de 14,2 para 5,7 horas, aumentando o rendimento operacional em 23%, reduzindo os custos de controle em torno de 9%. Com essa redução de volume foi possível reduzir o uso da água em 60% (Tabela 4).

Tabela 4. Número de tanques e tempo necessário para reabastecimento e pulverização de 100 ha, com o respectivo aumento do rendimento operacional, redução de custos e economia de água, obtidos com as reduções do volume de calda.

Volume ^a		Número de tanque ^b	Tempo de operação (h) ^c		Aumento de área pulverizada (%) ^d	Redução de custos (%) ^d	Economia de água (%) ^d
mL/m ³	L/ha		Reabastecimento	Pulverização			
50	1125	28,4	14,2	23,0	---	---	---
40	900	22,7	11,3	23,0	8	3	20
30	675	17,0	8,5	23,0	15	6	40
20	450	11,3	5,7	23,0	23	9	60

^aVolume em mL de calda por m³ de copa das plantas. ^bTanque com capacidade para 4000 litros de calda. ^cTempo necessário para reabastecer e pulverizar 100 ha, considerando 30 minutos para captação da água e retorno às aplicações. ^dPorcentagem de aumento da área pulverizada, de redução dos custos e economia de água nos tratamentos com volumes reduzidos em comparação ao volume padrão utilizado pelos citricultores (50 mL/m³).

As condições climáticas observadas durante o florescimento do pomar adulto de laranja ‘Pera’ no sudoeste paulista resultaram na ocorrência da podridão floral em níveis moderados (34% de flores sintomáticas em plantas não tratadas). As cinco aplicações da mistura triazol + estrobilurina, realizadas em intervalos semanais durante o florescimento, foram suficientes para reduzir eficientemente os sintomas da podridão floral. Nessas condições, todos os volumes de calda testados, de 20 a 50 mL/m³ de calda, foram eficazes para o controle da doença.

O controle da podridão floral na década de 1990, quando epidemias ocorreram em diferentes regiões do estado de São Paulo (Feichtenberger, 1994; Peres et al., 2004), era realizado mediante uso de volumes de calda relativamente altos, normalmente superiores a 6,5 L/planta (> 100 mL/m³) (Feichtenberger et al., 2010). Esses volumes eram excessivos para o

controle dessa doença, uma vez que volumes inferiores, de 800 a 1300 L/ha (~50 mL/m³) foram suficientes para controlar a doença no final da década de 2000 e início da década atual (Peres et al., 2004; Feichtenberger et al., 2010; Rinaldo, 2010; Silva Junior, 2011). Entretanto, essas pulverizações para o controle da podridão floral não consideravam o volume de copa das plantas, que pode variar de menos de 10 a mais de 100 m³/planta, em função da idade, variedade, espaçamento. A fixação de um volume único de calda por planta ou por hectare pode levar ao desperdício de água e produtos em alguns pomares, ou à falta de quantidade suficiente e efetiva desses recursos em outros. As pulverizações realizadas com base no volume de copa das plantas (em m³) podem resultar em redução de custos e também dos impactos ambientais (Sutton & Unrath, 1984; 1988; Scapin et al., 2015).

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que é possível reduzir o volume de calda comumente utilizado para o controle de PFC, mantendo a dose da mistura fungicida comprovadamente eficiente (Silva Junior et al., 2014a). A redução de 50 para 20 mL/m³ proporcionou redução de 60% no volume de água a ser utilizado e um aumento de 23% no rendimento operacional. Esse ganho de rendimento operacional possibilita pulverizar áreas extensas em menor tempo. É importante ressaltar que no sudoeste paulista existem grandes fazendas de citros, possuindo algumas delas até 5 milhões de árvores (Neves et al., 2010). Nessas grandes fazendas é importante reduzir o tempo total de pulverização, pois, quando as condições são favoráveis para a ocorrência de PFC, por três ou mais dias consecutivos, os citricultores devem fazer, além da pulverização preventiva, uma pulverização adicional após essa condição favorável (Fundecitrus, 2015a). A falta de proteção das flores associada ao excesso de chuvas durante os estádios mais suscetíveis, botão branco em expansão e flor aberta, pode levar a danos de até 75% de redução na produtividade das plantas (Silva Junior, 2011). Portanto, o tempo necessário para pulverizar toda a fazenda deve ser o mais curto possível para se obter um controle efetivo da doença. Neste cenário, a utilização do volume mais baixo, de 20 mL/m³, associado ao uso de velocidades de trabalho comprovadamente eficientes de até 7 km/h (Fundecitrus, 2015a), é uma boa estratégia para controlar a doença de maneira eficiente e reduzir os custos de controle.

A adição do adjuvante organossiliconado à calda contendo a mistura triazol + estrobilurina não conferiu aumento da eficiência do fungicida. Os resultados obtidos neste trabalho estão convergentes com os obtidos por Scandelai (2011), onde foi observado que variações no volume de calda entre 60 e 240 mL/m³ de copa, com a adição do organossiliconado nas concentrações de 0,025 ou 0,05%, não resultaram em aumento da cobertura das

pulverizações sobre flores de laranja doce. Existem diferentes trabalhos evidenciando que a adição de adjuvantes à calda pode alterar a tensão superficial das gotas, aumentando a cobertura do alvo, a adesividade e a absorção nas folhas (Schröder, 2005) e que os adjuvantes organosiliconados, além de alterar a tensão superficial, podem ser absorvidos pelos estômatos e cutícula (Stevens et al., 1996). Entretanto, os efeitos dos adjuvantes, na maioria destes trabalhos, foram avaliados sobre tecidos foliares e não se conhece muito bem o efeito dos mesmos sobre tecidos de flores. Os resultados apresentados aqui e nos demais trabalhos com o uso do adjuvante organosiliconado demonstram que seu uso não traz vantagens para a aplicação da mistura triazol + estrobilurina, no controle da podridão floral. Essa mistura pode conter na sua formulação os adjuvantes necessários para manter o produto sobre o tecido foliar e os resultados não devem ser extrapolados para outros produtos e formulações.

É válido destacar que, para o controle da pinta preta dos citros, outra doença que causa severos danos em pomares de laranja doce no estado de São Paulo, a adição do adjuvante organosiliconado na calda pode reduzir a eficiência do fungicida no controle da doença, quando comparado a adição do óleo mineral, se o volume de calda a ser aplicado for alto, em torno de 200 mL/m³ (Vinhas, 2011). Por outro lado, se o volume de calda for inferior a 100 mL/m³, a adição do organosiliconado não interfere na eficiência do fungicida, com resultados similares aos do óleo mineral, adjuvante recomendado no controle da doença (Silva, 2013).

3.2 Pulverizações com e sem adição de organosiliconado, óleo mineral ou óleo vegetal

No campo experimental 2, chuvas naturais ocorreram nos dias 4, 5, 6 e 9 após início do florescimento, totalizando 38 mm (Figura 11A), quando os botões florais ainda estavam pequenos e fechados (R2/R3). No campo experimental 3, chuvas naturais ocorreram nos dias 14, 16, 17, 28 e 29 após o início do florescimento, durante os 30 dias de florescimento (Figura 11B). As chuvas de aproximadamente 15 mm foram simuladas uma vez por semana no campo 2 e três vezes por semana no campo 3. As temperaturas mínimas, médias e máximas foram um pouco inferiores no campo 2 em relação ao campo 3, mas estiveram na maioria dos dias entre 7 e 30°C nos dois campos (Figura 11A-B). No campo 3, mesmo com a simulação de chuvas por três dias consecutivos, a duração do molhamento ultrapassou 12 horas somente nos dias 14, 17, 28 e 29, sendo nestes dias observadas de 20 a 24 horas de molhamento. Nos demais dias o molhamento diário variou de 2 a 11h (dados não apresentados).

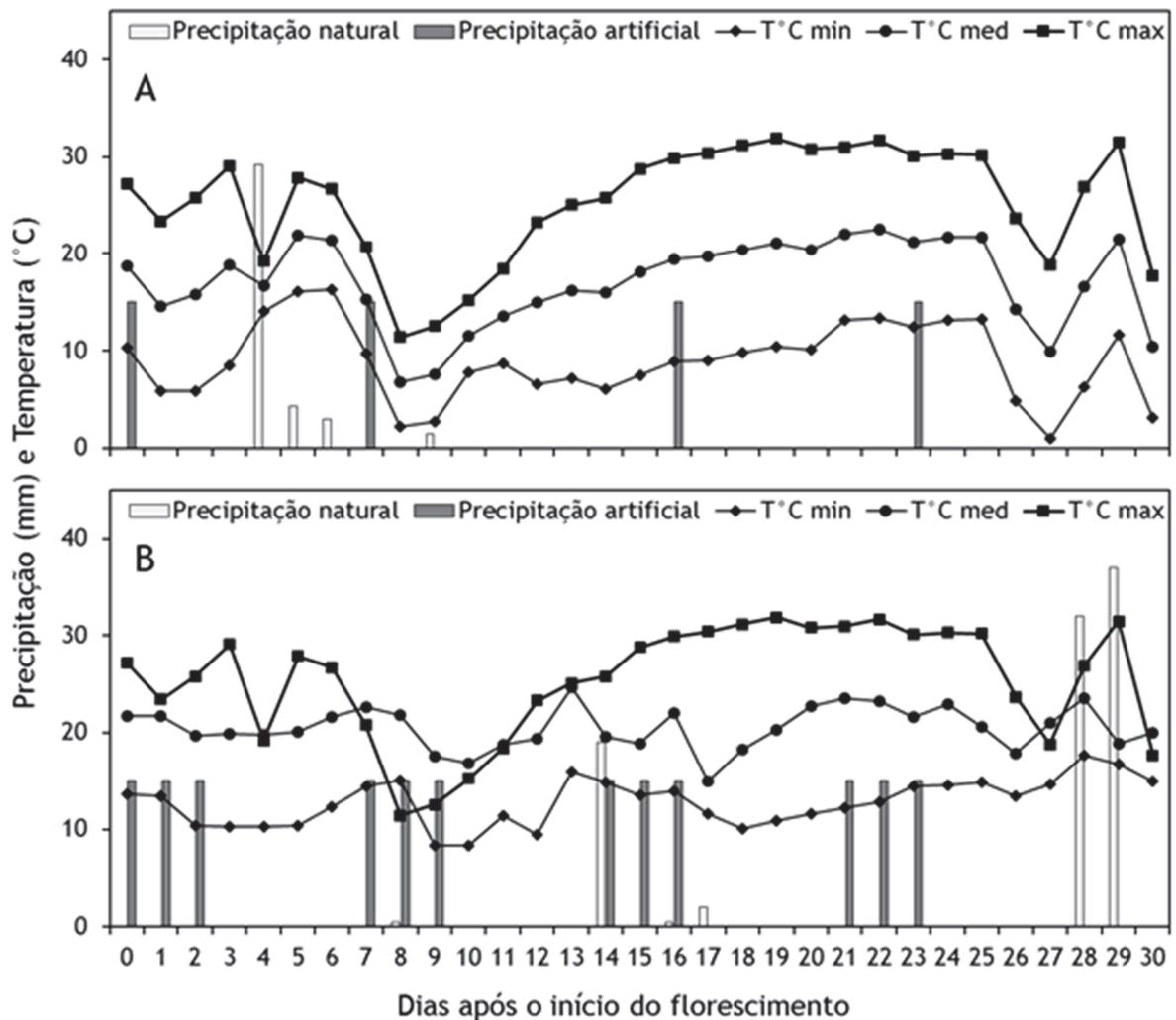


Figura 11. Dados meteorológicos registrados em Santa Cruz do Rio Pardo, SP, durante o florescimento nos campos experimentais 2 (A) e 3 (B). Dia “zero” refere-se ao estádio R1/R2, onde foi realizada a primeira pulverização nos dois campos. Barras claras e escuras representam as precipitações naturais e simuladas (mm), respectivamente. As linhas representam as temperaturas máxima (-■-), média (-●-) e mínima (-◆-).

Nos campos experimentais 2 e 3, conduzidos com a adição de adjuvante organossiliconado ou óleo à calda fungicida, foi possível observar que ambos adjuvantes não proporcionaram aumentos significativos na eficiência de controle da mistura triazol + estrobilurina sobre a podridão floral (Figuras 12 a 17). No campo 2, onde as aplicações foram realizadas em plantas molhadas pela chuva simulada, não houve diferença significativa no número de cálices persistentes por ramo das plantas submetidas aos tratamentos com aplicação de fungicida, independentemente da adição ou não do adjuvante organossiliconado ou do óleo. Porém, as plantas tratadas com a mistura fungicida, sem ou com adição de adjuvante,

apresentaram menos de 2,3 cálices persistentes/ramo, diferindo significativamente das plantas não tratadas que apresentaram 6,8 cálices persistentes/ramo (Figura 12).

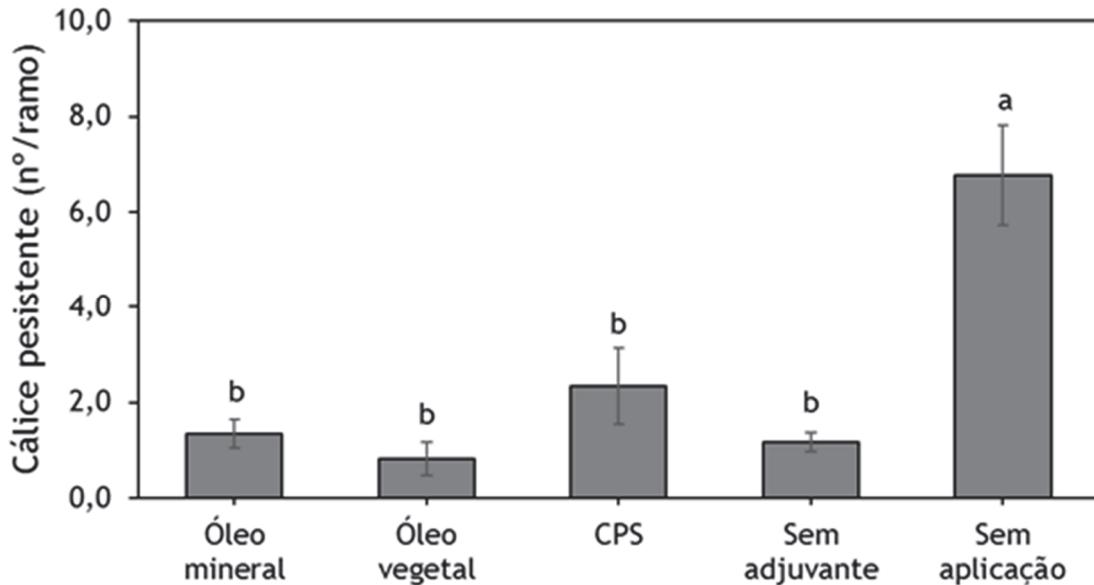


Figura 12. Número de cálice persistente por ramo marcado em laranjeira ‘Pera’ no município de Santa Cruz do Rio Pardo, SP (campo experimental 2), submetida a tratamentos com aplicação de calda fungicida, sem adjuvante ou com adição de óleo mineral, óleo vegetal ou organossiliconado copolímero de poliéter e silicone (CPS), durante o período de florescimento. Plantas não tratadas serviram de controle (Sem aplicação). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; $p > 0,05$).

Para os dados de frutos fixados por ramo marcado não foi observada diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha sem pulverizações (Figura 13A). A porcentagem de frutos efetivos apresentou menores valores no tratamento sem pulverizações, com 7,3%, diferindo dos demais tratamentos que apresentaram de 33 a 65% de frutos efetivos. Os tratamentos com adição de óleo ou CPS não diferiram significativamente entre si. Entretanto, o tratamento com adição de CPS que apresentou 33% de frutos efetivos não diferiu do tratamento sem pulverizações (Figura 13B).

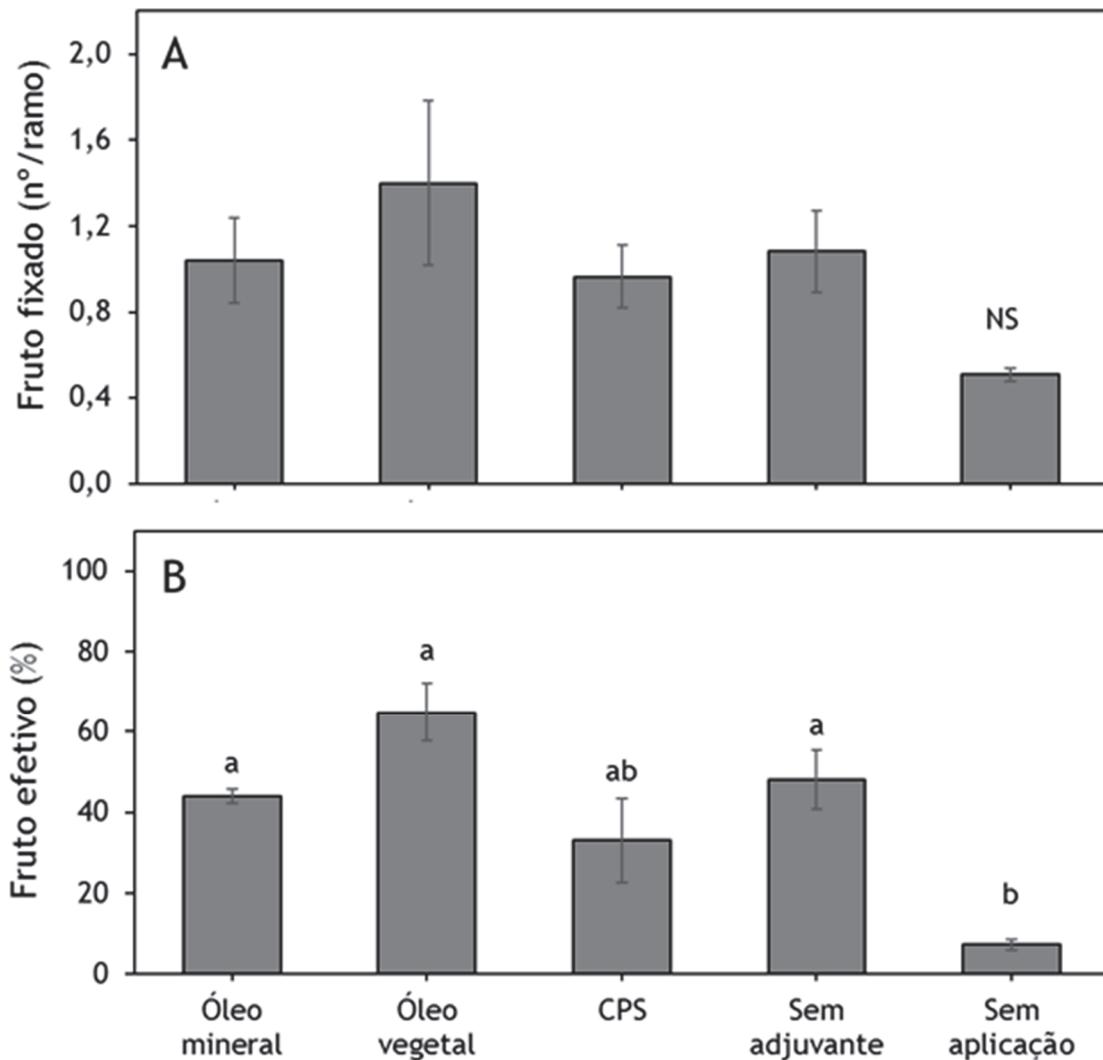


Figura 13. Número de frutos fixados (A) e porcentagem de fruto efetivo (B) por ramo marcado em laranjeira ‘Pera’ no município de Santa Cruz do Rio Pardo, SP (campo experimental 2), submetida a tratamentos com aplicação de calda fungicida, sem adjuvante ou com adição de óleo mineral, óleo vegetal ou organossiliconado copolímero de poliéter e silicone (CPS), durante o período de florescimento. Plantas não tratadas serviram de controle (Sem aplicação). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; $p>0,05$).

As produtividades médias das plantas tratadas com fungicida não diferiram entre si, independentemente da adição ou não do adjuvante à calda. As plantas não tratadas com fungicidas para o controle da podridão floral produziram, em média, 24,5 kg, diferindo significativamente das produtividades de 56,2 e 52,5 kg/planta, nos tratamentos com a adição do óleo mineral ou vegetal à calda, respectivamente (Figura 14).

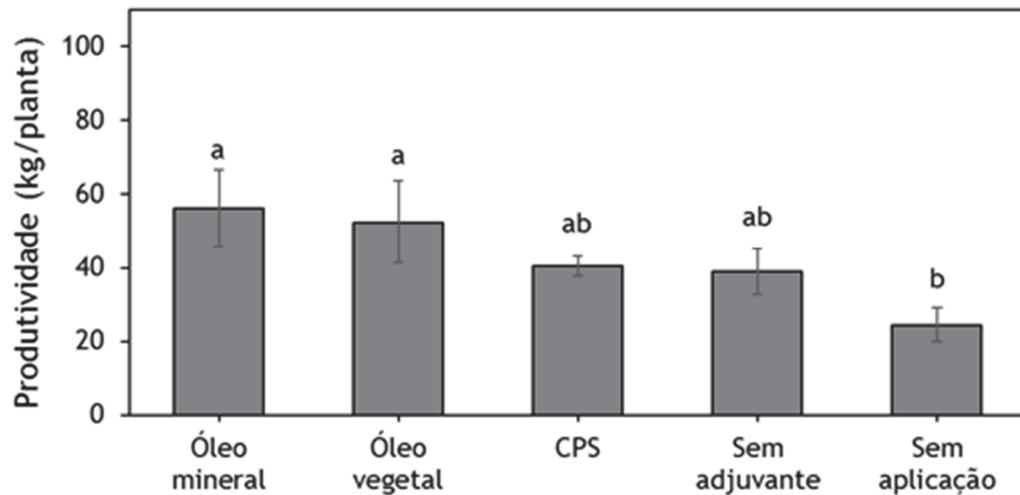


Figura 14. Produtividade média (kg/planta) de laranjeira ‘Pera’ no município de Santa Cruz do Rio Pardo, SP (campo experimental 2), submetida a tratamentos com aplicação de calda fungicida, sem adjuvante ou com adição de óleo mineral, óleo vegetal ou organossiliconado copolímero de poliéter e silicone (CPS), durante o período de florescimento. Plantas não tratadas serviram de controle (Sem aplicação). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; $p>0,05$).

No campo experimental 3, onde as aplicações foram realizadas antes (plantas secas) e após a primeira chuva simulada (plantas molhadas), não houve diferença significativa na porcentagem de flores sintomáticas nas plantas dos diferentes tratamentos com aplicação de fungicida, independentemente da adição ou não de adjuvantes e do momento de aplicação. A condição de chuva simulada não promoveu alteração suficiente no molhamento para a infecção de flores em altos níveis, uma vez que, as plantas não tratadas apresentaram apenas 10,3% de flores sintomáticas, valor significativamente superior aos obtidos nas plantas tratadas, que foram inferiores a 3,6% (Figura 15A). O número de cálices persistentes apresentou o mesmo resultado observado para flores sintomáticas, de maneira que todos os tratamentos com pulverizações não diferiram entre si, com menos de 1,2 cálices/ramo, mas diferiram da testemunha sem pulverizações, que apresentou 3,8 cálices/ramo (Figura 15B).

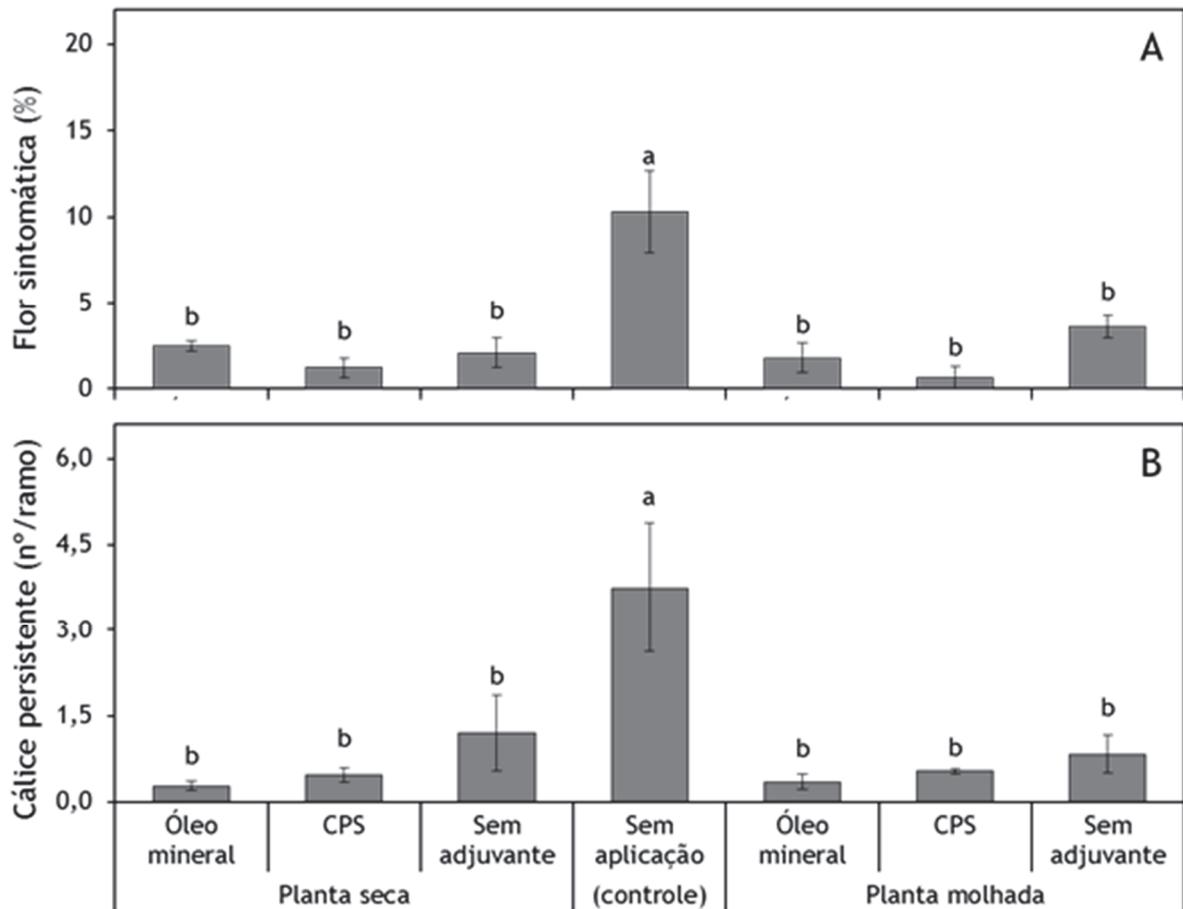


Figura 15. Porcentagem de flores sintomáticas (A) e número de cálice persistente (B) por ramo marcado em laranjeira ‘Natal’, no município de Santa Cruz do Rio Pardo, SP (campo experimental 3), submetida a tratamentos com aplicação de calda fungicida, sem adjuvante ou com adição de óleo mineral ou organossiliconado copolímero de poliéter e silicone (CPS), durante o período de florescimento. Plantas não tratadas serviram de controle (Sem aplicação). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; $p>0,05$).

O número de frutos fixados por ramo marcado foi significativamente igual em todos os tratamentos, com ou sem pulverizações, variando de 1,1 a 1,4 fruto/ramo (Figura 16A). Entretanto, para os dados de porcentagem de frutos efetivos, o tratamento sem pulverizações apresentou valor correspondente a 26,6%, diferindo significativamente dos demais tratamentos com pulverização de fungicidas associados a adjuvantes, que apresentaram mais de 56,8% de frutos efetivos. Os tratamentos com adição de adjuvante à calda aplicada em planta seca ou molhada apresentaram mais frutos efetivos em comparação ao tratamento sem aplicação (Figura 16B).

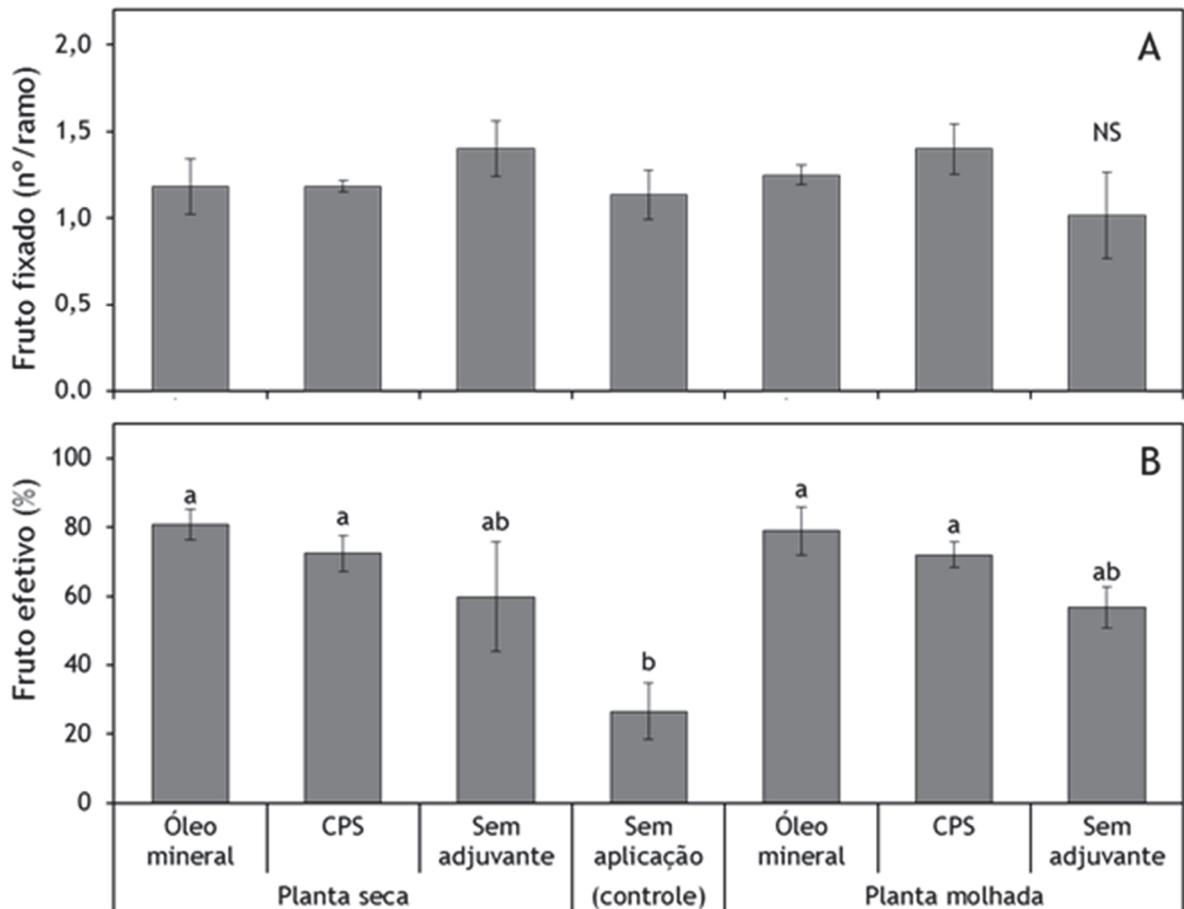


Figura 16. Número de frutos fixados (A) e porcentagem de fruto efetivo (B) por ramo marcado em laranjeira ‘Natal’, no município de Santa Cruz do Rio Pardo, SP (campo experimental 3), submetida a tratamentos com aplicação de calda fungicida, sem adjuvante ou com adição de óleo mineral ou organossiliconado copolímero de poliéter e silicone (CPS), durante o período de florescimento. Plantas não tratadas serviram de controle (Sem aplicação). NS, não significativo, e médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; $p>0,05$).

A produtividade média de plantas não pulverizadas com fungicidas não diferiu da produtividade observada nas plantas tratadas com fungicidas, independentemente da condição de molhamento da planta no momento da aplicação e da adição ou não de adjuvantes. As plantas não pulverizadas apresentaram produtividades de 12 a 30% inferiores àquela das plantas dos tratamentos com fungicidas. Entretanto, devido a grande variação na produção das plantas, essa diferença não foi significativa (Figura 17).

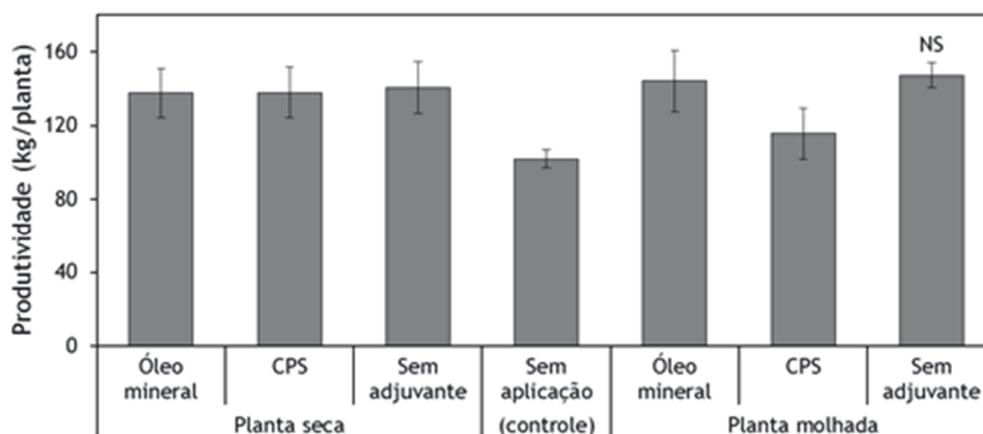


Figura 17. Produtividade média (kg/planta) de laranjeira ‘Natal’, no município de Santa Cruz do Rio Pardo, SP (campo experimental 3), submetida a tratamentos com aplicação de calda fungicida, sem adjuvante ou com adição de óleo mineral ou organossiliconado copolímero de poliéter e silicone (CPS), durante o período de florescimento. Plantas não tratadas serviram de controle (Sem aplicação). NS, não significativo (Tukey; $p>0,05$).

A adição dos adjuvantes à calda resultou em aumento de até 30% nos custos de controle. A adição do organossiliconado à calda na dose de 0,01% gerou um aumento de 14% nos custos, já as adições dos óleos vegetal e mineral tornaram a aplicação 27 e 30% mais caras, respectivamente, em relação à calda apenas com o fungicida tebuconazol + trifloxistrobina (Tabela 5).

Tabela 5. Custo individual da aplicação (por hectare), e respectivo aumento de custo devido à adição dos adjuvantes à calda, em relação à calda preparada somente com o fungicida tebuconazol + trifloxistrobina, para o controle da podridão floral dos citros no sudoeste paulista.

Tratamento	Volume		Custo de aplicação (R\$/ha) ^a	Aumento de custo (%) ^b
	mL/m ³	L/ha		
Sem adjuvante	30	1300	76,47	-
Óleo Mineral	30	1300	99,19	30
Óleo Vegetal	30	1300	97,08	27
Organossiliconado (CPS) ^c	30	1300	86,87	14

^aForam considerados os custos do fungicida, dos adjuvantes, da mão-de-obra e da hora/máquina. ^bAumento do custo de produção nos tratamentos com adição de adjuvantes em relação ao tratamento padrão adotado pelos citricultores sem adjuvantes adicionado a calda fungicida. ^cCPS, copolímero de poliéter e silicone.

Os resultados obtidos nos campos experimentais 2 e 3 mostram que a adição de adjuvantes, seja organossiliconado ou óleo, na calda fungicida de triazol + estrobilurina, não proporcionou aumento da eficiência de controle da podridão floral, em aplicação efetuada antes das chuvas, com as plantas secas, ou após as chuvas, com as plantas molhadas. A aplicação dos fungicidas, mesmo com as plantas molhadas, mostrou-se eficiente para o controle da podridão floral. Nas condições desse trabalho, mesmo com a simulação de chuvas após a aplicação da mistura fungicida em plantas molhadas, não houve redução da eficiência do produto. Esses resultados corroboram com os obtidos por Gonçalves et al. (2012), nos quais a simulação de até 13 mm de chuva 30 minutos após a aplicação de estrobilurina não resultou em perda de eficiência do produto.

Desta forma, o manejo realizado atualmente para o controle da podridão floral, sem a adição de adjuvantes, parece ser o mais recomendado, uma vez que esses adjuvantes apresentam um custo relativamente alto e não geram o retorno necessário com a redução da doença e dos danos causados sobre a produção das plantas. Vale ressaltar que, a incidência de flores sintomáticas e cálices persistentes nas áreas experimentais não foram muito elevadas, o que pode ter contribuído para a observação de eficiência similar do fungicida com e sem a adição de adjuvante. Trabalhos futuros em áreas com maior incidência da doença poderiam mostrar resultados diferentes dos apresentados aqui neste estudo, uma vez que, para algumas variáveis não foi observada diferença significativa entre os tratamentos com e sem adjuvantes, mas os valores dos tratamentos com adição de óleo apresentavam uma tendência de maior eficiência de controle da doença. Como a adição dos adjuvantes à calda pode aumentar em até 30% o custo das aplicações, torna-se necessário verificar a relação custo-benefício para cada adjuvante, uma vez que três aplicações com a adição de óleo apresentam custo similar ao de quatro aplicações sem a adição de óleo (em torno de R\$ 300,00 por hectare). Entretanto, mesmo a aplicação sendo até 30% mais cara com a adição de óleo, este aumento de custos acumulado em quatro pulverizações representa a necessidade de aumento de produção de apenas seis caixas de 40,8 kg por hectare, considerando preço médio praticado em 2015 de R\$14,50/caixa (Cepea, 2015). A variação na produção das plantas vizinhas de citros submetidas ao mesmo tratamento é alta (Ye et al., 2008) e parece ser superior a diferença observada entre os tratamentos, podendo justificar a não observação de diferenças significativas entre os diferentes tratamentos. No campo experimental 2, os tratamentos com a adição de óleo à calda produziram, em média, quantidade superior a 100 caixas por hectare a mais em relação ao tratamento sem a adição de adjuvantes, embora não tenha sido observada diferença significativa entre eles. No campo 3, as

plantas pulverizadas produziram até 380 caixas/ha a mais, comparado com plantas não tratadas, sem diferenças significativas entre os tratamentos. Apesar da grande variação na produtividade das plantas, os resultados obtidos são importantes, uma vez que demonstram que a aplicação de calda fungicida sem adjuvantes foi menos onerosa e altamente eficiente, embora mais estudos neste tema são requeridos para determinar com precisão a relação custo-benefício do uso de adjuvantes para este patossistema.

O controle da podridão floral com o uso de fungicidas é importante e lucrativo, uma vez que os custos inerentes a este controle são relativamente baixos e inferiores ao retorno financeiro que ele pode proporcionar (Spada, 2011). A eficiência da mistura triazol + estrobilurina já foi comprovada para este patossistema em diferentes trabalhos sem a necessidade de adição de adjuvantes na calda (Rinaldo, 2010; Tank Junior, 2013; Pavin Junior, 2014; Silva Junior et al., 2014a). Os resultados aqui obtidos demonstram que é possível reduzir os custos de controle com a adequação de volume de calda e recomendação de aplicações considerando o volume de copa das plantas, bem como com a utilização de calda fungicida sem adjuvante. Além da redução dos custos, é possível reduzir os danos causados ao ambiente, uma vez que as perdas de água e produtos serão reduzidas com os volumes mais baixos dos que os comumente utilizados.

4 CONCLUSÕES

A formulação comercial da mistura fungicida triazol + estrobilurina é eficiente no controle da podridão floral dos citros quando aplicada em volume de calda de 20 e 50 mL/m³ de copa.

A adição de organosiliconado copolímero de poliéter e silicone à calda com triazol + estrobilurina não resulta em incremento no controle da podridão floral dos citros.

A associação de óleo mineral ou de óleo vegetal à calda com triazol + estrobilurina não aumenta a eficiência dessa mistura fungicida no controle da podridão floral dos citros, independente das condições de molhamento das plantas. Porém, as caldas acrescidas com óleo apresentam potencial à melhoria do controle da doença em condições de alta favorabilidade ao desenvolvimento da doença.

REFERÊNCIAS

- Agostini, J.P., Timmer, L.W., Mitchell, D.J. 1992. Morphological and pathological characteristics of strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from citrus. **Phytopathology** 82:1377-1382.
- Agostini, J.P., Gottwald, T.R., Timmer, L.W. 1993. Temporal and spatial dynamics of postbloom fruit drop of citrus in Florida. **Phytopathology** 83:485-490.
- Aguilar-Vildoso, C.I., Feichtenberger, E., Moraes, M.R., Spósito, M.B., Schinor, E.H. 1999. Avaliação de tratamentos fungicidas no controle de mancha preta (*Guignardia citricarpa*) em laranja 'Pera' de diferentes idades. **Summa Phytopathologica** 25:50.
- Antuniassi, U.R. 2009. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos para a cultura da soja. **Boletim de Pesquisa de Soja** 2009 13:299-317.
- Antuniassi, U.R., Correa, M. R., Negrisoni, E., Velini, E. D., Perim, L., Oliveira, R. B. 2010. Influência de adjuvantes e períodos de chuva na aplicação de Haloxyfopmetil. **XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**. Ribeirão Preto SP. p. 3419-3423.
- Brown, A.E., Sreenivasaprasad, S., Timmer, L.W. 1996. Molecular characterization of Slow-Growing Orange and Key Lime Anthracnose strains of *Colletotrichum* from citrus as *C. acutatum*. **Phytopathology** 86:523-527.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. **Preços diários citros SP**. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/citros>>. Acesso em: 29 out. 2015.
- Damm, U., Cannon, P.F., Woudenberg, J.H.C., Crous, P.W. 2012. The *Colletotrichum acutatum* species complex. **Studies in Mycology** 73:37-113.
- Denham, T.G., Waller, J.M. 1981. Some epidemiological aspects of postbloom fruit drop disease (*Colletotrichum gloeosporioides*) in citrus. **Annals of Applied Biology** 98:65-77.
- Fagan, H.J. 1979. Postbloom fruit drop, a new disease of Citrus associated with a form of *Colletotrichum gloeosporioides*. **Annals of Applied Biology** 91:13-20.
- Fagan, H.J. 1984. Postbloom fruit drop of citrus in Belize: disease control by aerial and ground spraying. **Turrialba** 34:179-186.
- Feichtenberger, E. 1991. Queda de frutos jovens de citros, doença induzida por uma raça virulenta do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. **Laranja** 12:513-521.
- Feichtenberger, E. 1994. Podridão floral dos citros: histórico, sintomatologia, etiologia e epidemiologia. **Laranja** 15:109-128.
- Feichtenberger, E., Santos, J.M.F., Spósito, M.B. 2010. Pulverizações em baixo volume no controle das principais doenças fúngicas dos citros. **Citricultura Atual** 74:12-15.
- FNP Consultoria & Comercio. 2015. Citros. In: _____. **Agrianual 2015**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 241-304.

Frare, G.F. 2012. Sobrevivência de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da podridão floral dos citros, em plantas daninhas. 71 f. **Dissertação de Mestrado**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

Fundecitrus. 2012. Pomares sem carbendazim. **Revista Citricultor** 13:3-5.

Fundecitrus. 2015a. **Doenças e pragas**. Podridão Floral dos citros e minador dos citros. Disponível em: <www.fundecitrus.com.br>. Acesso em: 22 out 2015.

Fundecitrus. 2015b. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro**. Fundecitrus: Araraquara. 40 p.

Gil, E., Escolà, A. 2009. Design of a decision support method to determine volume rate for vineyard spraying. **Applied Engineering in Agriculture** 25:145-151

Goes, A., Kimati, H. 1997. Caracterização morfológica de isolados de *Colletotrichum acutatum* e *C. gloeosporioides* associados à Queda Prematura dos Frutos Cítricos. **Summa Phytopathologica** 23:4-9.

Goes, A., Kimati, H. 1998. *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos: resistente ou insensível ao benomyl? **Summa Phytopathologica** 24:246-253.

Goes, A., Garrido, R.B.O., Reis, R.F., Baldassari, R.B., Soares, M.A. 2008. Evaluation of fungicide applications to sweet orange at different flowering stages for control of postbloom fruit drop caused by *Colletotrichum acutatum*. **Crop Protection** 27:71-76.

Gonçalves, F.P., Forcelini, B.B., Peres, N.A., Amorim, L. 2012. Simulated rainfall to evaluate removal of pyraclostrobin applied for control of postbloom fruit drop of citrus. Anais. **APS Annual Meeting**. Providence, RI, USA, American Phytopathology Society. p. S46-46

Kirkwood, R. C. 1993. Use and mode of action of adjuvants for herbicides: a review of some current work. **Pesticide Science** 38:93-102.

Knoche, M., Bukovac, M.J. 1993. Interaction of surfactant and leaf surface in glyphosate absorption. **Weed Science** 41:87-93.

Lahey, K.A., Yuan, R., Burns, J.K., Ueng, P.P., Timmer, L.W., Chung, K.R. 2004. Induction of phytohormones and differential gene expression in citrus flowers infected by the fungus *Colletotrichum acutatum*. **Molecular Plant Microbe Interaction** 17:1394-1401.

Lima, W.G., Spósito, M.B., Amorim, L., Gonçalves, F.P., Filho, P.A.M. 2011. *Colletotrichum gloeosporioides*, a new causal agent of post-bloom fruit drop. **European Journal of Plant Pathology** 131:157-165.

Lin, Y., Stover, E., Sonoda, R., Roskopf, E. 2001. Stigma and style necrosis is associated with postbloom fruit drop disease in citrus following artificial inoculation. **Hortscience** 36: 1138.

Matthews, G.A. 1992. **Pesticide application methods**. 2.ed. New York: Longman Scientific & Technical. 405 p.

- Matthews, G.A. 2008. Developments in application technology. **Environmentalist** 28:19-24.
- Matuo, T., Nakamura, S. H., Almeida, A. 1989. Efeitos de alguns adjuvantes da pulverização nas propriedades físicas do líquido. **Summa Phytopathol** 15:163-173.
- McGovern, R.J., Seijo, T.E., Hendricks, K., Roberts, P.D. 2012. New report of *Colletotrichum gloeosporioides* causing postbloom fruit drop on citrus in Bermuda. **Canadian Journal of Plant Pathology** 34:187-194.
- Mendonça, C.G., Raetano, C.G., Mendonça, C.G. 2007. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola** 27:16-23.
- Neves, M.F., Trombin, V.G., Milan, P., Lopes, F. F., Cressoni, F., Kalaki, R. 2010. **O retrato da citricultura brasileira**. São Paulo: CitrusBR. 137 p.
- Pavin Junior, W. 2014. Momento de aplicação de fungicida em relação à condição favorável para a podridão floral dos citros em casa de vegetação e no campo. 26 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Penner, D. 2000. Activator adjuvants. **Weed technology** 14:785-791.
- Peres, N.A.R. 2002. Modelo de previsão e controle da podridão floral dos citros causada por *Colletotrichum acutatum*. 115 f. **Dissertação de Doutorado**. Botucatu, SP: Faculdades de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- Peres, N.A.R., Souza, N.L., Furtado, E.L., Timmer, L.W. 2004. Evaluation of systems for timing of fungicide sprays for control of postbloom fruit drop of citrus in Brazil. **Plant Disease**. 88:731-735.
- Peres, N.A., Timmer, L.W., Adaskaveg, J.E., Correll, J.C. 2005. Lifestyles of *Colletotrichum acutatum*. **Plant Disease** 89:784-796.
- Peres, N. A., MacKenzie, S. J., Peever, T. L., and Timmer, L. W. 2008. Postbloom fruit drop of citrus and Key lime anthracnose are caused by distinct phylogenetic lineages of *Colletotrichum acutatum*. **Phytopathology** 98:345-352.
- Pergher, G., Petris, R. 2008. Pesticide dose adjustment in vineyard spraying and potential for dose reduction. **Agriculture Engineering International: CIGR Ejournal** 10:1-9.
- Pinho, D.B., Lopes, U.P., Pereira, O.L., Silveira, A.L., Goes, A. 2015. Fungal Planet 357: *Colletotrichum abscissum*. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi** 34:236-237.
- Rinaldo, D. 2010. Controle químico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos. 35 f. **Dissertação de Mestrado**. Jaboticabal, SP: Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- Rosell Polo, J. R., Sanz, R., Llorens, J., Arno, J., Escola, A., Ribes-Dasi, M., Masip, J., Camp, F., Gracia, F., Solanelles, F., Palleja, T., Val, L., Planas, S., Gil, E., Palacín, J. 2009. A tractor

mounted scanning LIDAR for the nondestructive measurement of vegetative volume and surface area of tree-row plantations: a comparison with conventional and destructive measurements. **Biosystem Engineering** 102:128-134.

Runge, F., Silva, R., Auweter, H., Berghaus, R., Nolte, M., Nord, S. 2013. Características e uso de adjuvantes: vantagens na potencialização da eficácia dos fungicidas no campo. **XXXVI Congresso Paulista de Fitopatologia**. Botucatu SP.

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.

Scandelai, L.H.M. 2011. Interferência do volume de calda sobre a deposição e cobertura da pulverização com e sem surfatante em inflorescências de laranja doce. 30 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Scardelato, D.A., 2013. Adequação do volume de calda no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em pomar de laranja, no município de Colômbia, SP. 29 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Schröder, E.P. 2005. Efeito do óleo vegetal Agr'óleo na eficiência do herbicida 2,4-D aplicado por via aérea em arroz irrigado. **IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**. Santa Maria RS. p. 209-210.

Siegfrieda, W., Viretb, W., Huberc, B., Wohlhauserd, R. 2007. Dosage of plant protection products adapted to leaf area index in viticulture. **Crop Protection** 26:73-82.

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

Silva Junior, G.J. 2011. Podridão floral dos citros: dinâmicas temporal e espacial, sensibilidade de *Colletotrichum acutatum* a fungicidas e controle da doença. 131 f. **Tese de Doutorado**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo.

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

Silva Junior, G.J., Spósito, M.B., Marin, D.R., Ribeiro Júnior, P.J., Amorim, L. 2014b. Spatio-temporal characterization of citrus postbloom fruit drop in Brazil and its relationship to pathogen dispersal. **Plant Pathology** 63:519-529.

Sonoda, R.M., Pelosi, R.R. 1988. Characteristics of *Colletotrichum gloeosporioides* from lesion of citrus blossoms in the Indian River area of Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 101:36-38.

Spada, L. 2011. Danos causados pela podridão floral dos citros em diferentes variedades de laranja doce. 28 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Stevens, P.J.G. 1993. Organosilicone surfactants as adjuvants for agrochemicals. **Pesticide Science** 38:103-122.

Stevens, P.J.G., Policello, G.A., Coggins, C.W. 1996. Organosilicone surfactants as adjuvants for agrochemicals in Citrus. **Proceedings of the International Society of Citriculture** 2:1028-1032.

Stock, D., Holloway, P.J. 1993. Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. **Pesticide Science** 38:165-177.

Stock, D., Briggs, G. 2000. Physiochemical properties of adjuvants: values and applications. **Weed Technology** 14:798-806.

Sutton, T.B., Unrath, C.R. 1984. Evaluation of the tree-row-volume concept with density adjuvants in relation to spray deposit in apples orchards. **Plant Disease** 68:480-484.

Sutton, T.B., Unrath, C.R. 1988. Evaluation of the tree-row-volume model for full-season pesticide application on apples. **Plant Disease** 72:629-632.

Tank Junior, A. 2013. Eficiência de fungicidas no controle da podridão floral dos citros sob chuvas simuladas em pomar de laranja doce. 30 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Timmer, L.W., Agostini, J.P., Zitko, S.E., Zulfiqar, M. 1994. Postbloom fruit drop increasingly prevalent disease of citrus in the Americas. **Plant Disease** 78:329-334.

Timmer, L.W., Zitko, S.E. 1996. Evaluation of model for prediction of postbloom fruit drop of citrus. **Plant Disease** 80:380-383.

Timmer, L.W., Brown, G.E. 2000. Biology and control of anthracnose diseases of citrus. In: Prusky, D., Freeman, S., Dickman, M.B. (Ed). **Host specificity, pathology, and host-pathogen interactions of *Colletotrichum***. Saint Paul: American Phytopathological Society Press. p. 300-316.

Tu, M.; Randall, J. M. 2003. Adjuvants. **Weed control methods handbook the nature conservancy**. Davis. TNC. p. 1-24.

Vargas, L., Roman, E.S. 2006. Conceitos e aplicações dos adjuvantes. **Documentos on line 56**. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.pdf> Acesso em: 02 nov. 2015.

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

Ye, X., Sakai, K., Asada, S., Sasao, A. 2008. Application of narrow-band TBVI in estimating fruit yield in citrus. **Biosystems Engineering** 99:179-189.

Zulfiqar, M., Brlansky, R.H., Timmer, L.W. 1996. Infection of flower and vegetative tissues of citrus by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*. **Mycologia** 88:121-128.