

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

CARLOS EDUARDO SICHIERI

**Volumes de calda acaricida para o controle do ácaro da leprose
dos citros (*Brevipalpus yothersi*) utilizando turbopulverizador
convencional e eletrostático**

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

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara
Janeiro 2018**

CARLOS EDUARDO SICHIERI

Volumes de calda acaricida para o controle do ácaro da leprose dos citros (*Brevipalpus yothersi*) utilizando turbopulverizador convencional e eletrostático

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

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara
Janeiro 2018**

CARLOS EDUARDO SICHIERI

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

Araraquara, 19 de janeiro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Renato Beozzo Bassanezi (Orientador)
Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS, Araraquara/SP

MSc. José Luiz da Silva
FMC Agricultural Solutions, Campinas/SP

Prof. Dr. Odimar Zanuzo Zanardi
Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS, Araraquara/SP

DEDICATÓRIA

A DEUS, por ser essencial em nossas vidas, nos orientando e guiando sempre pelos melhores caminhos.

A minha esposa Ana Paula M. P. Sichieri, meu amor, pelo apoio incondicional em todos os momentos, confiança, dedicação, otimismo e felicidade a mim proporcionado.

Aos meus filhos Laura (in memoriam) Pedro Henrique (10 anos) e Helena (3 anos) que me enchem de orgulho e são a razão da minha vida.

Aos meus pais, Edson Luiz Sichieri e Marianice Primiano Sichieri, por todos os ensinamentos, carinho e apoio em toda minha vida.

A meu irmão Edson Luiz Sichieri Jr, pela amizade e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

À JF Citrus, pela oportunidade de realização do mestrado no período que estive na empresa, na pessoa do Gerente Agrícola Flávio Pinto Silva e do Diretor Agrícola Francisco José Turchetto Santos.

Ao professor e orientador Dr. Renato Beozzo Bassanezi, pela orientação, dedicação, compreensão e apoio para a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Daniel Junior de Andrade, pela orientação e auxílio na condução do experimento.

Ao Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS, assim como todos os professores e funcionários que colaboraram.

Ao pesquisador MSc. Marcelo Scapin, pelo auxílio e colaboração em todas as etapas deste trabalho.

Ao Engenheiro Agrônomo Samuel de Moura Silva, pelo auxílio na montagem dos experimentos no campo e na análise dos dados.

Aos funcionários da JF Citrus, das fazendas Pingo D'água e Boa Esperança, que foram essenciais neste experimento.

Volumes de calda acaricida para o controle do ácaro da leprose dos citros (*Brevipalpus yothersi*) utilizando turbopulverizador convencional e eletrostático

Autor: Carlos Eduardo Sichieri

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

Resumo

A leprose dos citros é considerada uma das mais importantes doenças da citricultura brasileira. Esta doença tem como agente causal o *Citrus leprosis virus*-tipo citoplasmático, que é transmitido pelo ácaro *Brevipalpus yothersi*. A redução da população do ácaro é uma medida essencial para o controle desta doença, sendo que a principal prática adotada para este fim é a pulverização das plantas com acaricida. Com o intuito de otimizar o controle químico do ácaro da leprose, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes volumes de calda de acaricida, aplicados com turbopulverizador convencional (100, 140 e 180 mL.m⁻³ de copa) e turbopulverizador adaptado com sistema eletrostático SPE (22,5 mL.m⁻³ de copa com equipamento ligado e desligado). Para todos os tratamentos foi utilizado a mistura dos acaricidas propargite (Acarit[®]) com hexitiazoxi (Savey[®]). A dose dos acaricidas foi corrigida nos tratamentos com o equipamento eletrostático para manter a mesma dose por hectare do tratamento 100 mL.m⁻³. Os experimentos foram realizados em Prata/MG (Experimento 1), em pomar de variedade de laranja 'Pêra-Rio' sobre citrumelo 'Swingle' com 6 anos de idade, e, em Comendador Gomes/MG (Experimento 2), em pomar de laranja 'Rubi' sobre tangerineira 'Sunki' com 5 anos de idade. Nestas áreas foram avaliados o período de controle entre a aplicação do acaricida e a reinfestação do ácaro em 1% dos frutos e ramos inspecionados, a cobertura e a deposição da calda aplicada e a mortalidade de ácaros confinados em frutos pulverizados no campo. Para o período de controle, no experimento 1 não foi observada diferença significativa entre os tratamentos e no experimento 2 também não houve diferença significativa entre os tratamentos, exceto para o tratamento 180 mL.m⁻³ que foi superior e diferenciou significativamente do tratamento 22,5 mL.m⁻³ eletrostático desligado. No experimento de mortalidade do ácaro da leprose com confinamento em frutos todos os tratamentos apresentaram mortalidade significativamente maior que o tratamento controle sem aplicação de acaricida. Aos 15 dias após o confinamento, todos os tratamentos com acaricida tiveram a mortalidade de ácaros superior a 97%. No experimento de deposição de calda, de maneira geral, menores deposições ocorreram nos tratamentos com os menores volumes de calda para as aplicações com turbopulverizador convencional. Também foram observadas maiores deposições de calda na parte externa da copa do que na parte interna, além de menores deposições no terço superior da copa das plantas, seguido pelo terço médio e pelo terço inferior. No experimento de cobertura de calda foi observado uma menor cobertura nos tratamentos com o turbopulverizador adaptado com o sistema eletrostático, que se diferenciaram significativamente dos tratamentos com turbopulverizador convencional. O tratamento com o turbopulverizador eletrostático SPE ligado não se diferenciou do tratamento turbopulverizador eletrostático desligado, indicando que esta tecnologia não influenciou positivamente no controle do ácaro. Todos os tratamentos apresentaram cobertura e deposição do acaricida nas plantas em quantidades suficientes para um bom controle do ácaro da leprose dos citros.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, *Brevipalpus* spp., leprose dos citros, tecnologia de aplicação, controle químico, pulverização eletrostática, volume de planta.

Mitecide spray volumes to control citrus leprosis mite (*Brevipalpus yothersi*) using conventional and electrostatic sprayers

Autor: Carlos Eduardo Sichier

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

Abstract

Citrus leprosis is considered one of the most important diseases of Brazilian citriculture. This disease has as causal agent *Citrus leprosis virus*-cytoplasmic type, which is transmitted by the mite *Brevipalpus yothersi*. The reduction of the mite population is an essential measure for the control of this disease, and the main practice adopted for this purpose is the spraying of the plants with mitecide. In order to optimize the chemical control of the leprosis mite, the objective of this work was to evaluate the efficiency of different volumes of mitecide mixture applied by the conventional sprayer (100, 140 and 180 mL.m⁻³ of tree canopy) and SPE electrostatic sprayer (22.5 mL.m⁻³ of tree canopy with the equipment on and off). For all treatments the mixture of the mitecides propargite (Acarit[®]) and hexitiazoxo (Savey[®]) was used, and the dose of the mitecides were corrected in the treatments with the electrostatic equipment to maintain the same dose per hectare of the treatment 100 mL.m⁻³. The experiments were carried out in the municipalities of Prata/MG (Experiment 1), in a 'Pera-Rio' sweet orange variety grafted on 'Swingle' citrumelo roostock orchard, at age 6, and in Comendador Gomes/MG (Experiment 2) in a 'Rubi' sweet orange variety grafted on 'Sunki' mandarin roostock orchard, at age 5. In these areas, the control period between the application of the mitecide and the reinfestation of the mite in 1% of the fruits and branches inspected, the coverage and deposition of the applied mixture, and the mortality of mites confined on fruits sprayed in the field were evaluated. For the control period, in experiment 1 no significant difference was observed among the spray volumes and in experiment 2 there was also no significant difference among the treatments, except for the treatment 180 mL.m⁻³, which was significantly higher than the treatment 22.5 mL.m⁻³ with electrostatic sprayer turned off. In the experiment of the leprosis mite mortality with mite confinement on fruit all treatments showed significantly higher mortality than the control treatment without mitecide application. At 15 days after confinement, all treatments with mitecide had a mite mortality higher than 97%. In the mixture deposition experiment, in general, smaller depositions occurred in the treatments with the smaller spray volumes for the applications with conventional sprayer. Higher deposition was observed on the outside of the canopy of the plants than on the inner part, as well as smaller depositions on the upper third of the canopy, followed by the middle third and the lower third. In the mixture coverage experiment, a lower coverage in the treatments with electrostatic sprayer was observed, and were significantly different from the treatments with conventional sprayer. The treatment with the SPE electrostatic sprayer switched on was not different from the switched off electrostatic sprayer treatment, indicating that this technology did not have a positive influence on the control of the mite. All treatments showed coverage and deposition of the mitecides on the plants in sufficient amounts for a good control of the citrus leprosis mite.

Key words: *Citrus sinensis*, *Brevipalpus* spp., citrus leprosis, spray technology, chemical control, electrostatic spraying, tree-row-volume.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Pomares onde foram conduzidos os experimentos para avaliação de diferentes volumes de copa e equipamentos pulverizadores no controle do ácaro da leprose dos citros. A) Laranjeira ‘Pera-rio’ em citromeleiro ‘Swingle’, em Prata/MG e B) Laranjeira ‘Rubi’ em tangerineira ‘Sunki’, em Comendador Gomes/MG 7
- Figura 2.** Vista aérea dos cinco talhões onde foram conduzidos os experimentos para avaliação de diferentes volumes de copa e equipamentos pulverizadores no controle do ácaro da leprose dos citros em Prata (A) e em Comendador Gomes (B)/MG. Exemplo da divisão dos talhões em cinco parcelas cada, no experimento 1 (C) e experimento 2 (D) 8
- Figura 3.** Ramal de bicos do turbopulverizador Natali 4000 L (Natali Equipamento Agrícola) convencional com 24 pontas de cada lado (A) e do pulverizador eletrostático com cinco pontas de cada lado (B). Detalhe do bico Disc & Core (AD/AC) utilizado na pulverização convencional (C) e do bico SPE-3 utilizado na pulverização eletrostática (D) 11
- Figura 4.** Experimento para avaliação de cobertura de calda proporcionada por diferentes volumes de calda aplicada por dois equipamentos. A) Aplicação do corante fluorescente; B) Folhas após aplicação do corante fluorescente; C) Regiões da planta para coleta das folhas: P – ponteiro ou terço superior da copa, M – região mediana ou terço médio da copa e S – saia ou terço inferior da copa. Foi coletada uma folha de cada região nos dois lados das três plantas centrais da parcela, externa e internamente na copa 14
- Figura 5.** Imagens de folhas com aplicação de corante fluorescente nos diferentes tratamentos iluminadas com lâmpada ultravioleta para análise de cobertura da calda aplicada. Face adaxial (a esquerda) e abaxial (a direita) 14
- Figura 6.** Experimento para avaliação de deposição de calda proporcionada por diferentes volumes de calda aplicada por dois equipamentos. A) Aplicação do oxiclureto de cobre; B) Folhas após aplicação do oxiclureto de cobre; C) Regiões da planta para coleta das folhas: P – ponteiro ou terço superior da copa, M – região mediana ou terço médio da copa e S – saia ou terço inferior

- da copa. Foi coletada uma folha de cada região nos dois lados das três plantas centrais da parcela, externa e internamente na copa 15
- Figura 7.** Experimento para avaliação da mortalidade do ácaro da leprose proporcionada por diferentes volumes de calda aplicada por dois equipamentos. A) Marcação da arena de confinamento e fixação do fruto na haste; B) Fixação da haste com fruto identificado na planta; C) Frutos fixados a 0,5 e 1,5 m de altura (setas); D) Regiões da planta onde foram fixadas as hastes com frutos: C – centro da copa junto ao tronco, Q1 – frente; Q2 – verso; Q3 – entrada da pulverização; e Q4 – saída da pulverização. Em cada região foram colocados um fruto a 0,5 e 1 m de altura 18
- Figura 8.** Esquema das parcelas do experimento para avaliação da mortalidade do ácaro da leprose proporcionada por diferentes volumes de calda aplicada por dois equipamentos. Cada parcela foi composta por cinco linhas com cinco plantas, sendo a colocação das hastes com os frutos na planta central da linha central 18
- Figura 9.** A) Transferência dos ácaros da criação para os frutos tratados com acaricidas aplicados em diferentes volumes de calda aplicada por dois equipamentos. B) Acondicionamento dos frutos com ácaros para a avaliação da mortalidade. 10 frutos por planta e cinco plantas por tratamento 19
- Figura 10.** Cobertura média (%) de folhas de laranja promovida por turbopulverizador adaptado com sistema eletrostático ligado e desligado, nos volumes de 22,5 mL.m⁻³, ou convencional nos volumes de 100, 140 e 180 mL.m⁻³ contendo corante fluorescente nos experimentos 1 e 2. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; p>0,05) 29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Infestação inicial do ácaro da leprose dos citros (% de órgãos infestados, amostrando 2% das plantas e quatro frutos e quatro ramos por planta) nos experimentos 1 e 2, e distribuição dos tratamentos nas parcelas de cada bloco.	10
Tabela 2. Dimensionamento dos diferentes tratamentos utilizados nos experimentos 1 e 2: volume de calda, modelo e número de bicos de pulverização, pressão, vazão dos bicos e dose dos acaricidas	12
Tabela 3. Dias com chuva e precipitação acumulada após 30 dias da aplicação dos tratamentos nos experimentos 1 e 2	20
Tabela 4. Período médio de controle do ácaro da leprose (mínimo e máximo) obtido para diferentes tratamentos de volumes de calda acaricida aplicados em diferentes equipamentos pulverizadores no experimento 1 e 2	21
Tabela 5. Número médio de ácaros da leprose vivos e aderidos à cola da arena aos 1, 3, 6, 9 e 15 dias após o confinamento (DAC) em frutos tratados com acaricidas aplicados em diferentes volumes de calda e equipamentos pulverizadores	23
Tabela 6. Eficiência de mortalidade do ácaro da leprose aos 1, 3, 6, 9 e 15 dias após o confinamento (DAC) em frutos tratados com acaricidas aplicados em diferentes volumes de calda e equipamentos pulverizadores	24
Tabela 7. Deposição média de cobre (μg de Cu^{2+} . cm^2 de folha) na parte externa e interna da copa das plantas, nas aplicações de diferentes volumes de calda com diferentes pulverizadores, nos experimentos 1 e 2	25
Tabela 8. Deposição média de cobre (μg de Cu^{2+} . cm^2 de folha) na parte externa e interna da copa das plantas, nas diferentes posições verticais (terço superior, mediano e inferior) da copa, nos experimentos 1 e 2	27
Tabela 9. Cobertura média da calda na parte inferior, mediana e superior da copa das plantas, nas aplicações de diferentes volumes de calda com diferentes pulverizadores, nos experimentos 1 e 2.....	28
Tabela 10. Cobertura média (%) na parte externa e interna da copa das plantas, nas diferentes posições verticais (terço superior, mediano e inferior) da copa, no experimento 2.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
2.1. Avaliação do período de controle do ácaro da leprose	7
2.1.1. Área experimental	7
2.1.2. Dimensionamento do volume de copa das plantas.....	8
2.1.3. Delineamento experimental e tratamentos.....	8
2.1.4. Equipamentos pulverizadores e aplicação dos acaricidas	9
2.1.5. Avaliação da infestação do ácaro da leprose e do período de controle dos tratamentos	13
2.1.6. Análise dos dados de período de controle	13
2.2. Avaliação da cobertura e deposição de calda proporcionada pelos tratamentos de volumes de calda aplicada pelos diferentes equipamentos pulverizadores	13
2.2.1. Avaliação da cobertura da calda pulverizada	13
2.2.2. Avaliação da deposição da calda pulverizada	15
2.2.3. Análise dos dados de cobertura e deposição de calda	16
2.3. Avaliação da mortalidade do ácaro da leprose após o seu confinamento em frutos pulverizados com os tratamentos	16
2.3.1. Área experimental e tratamentos	16
2.3.2. Criação do ácaro da leprose	17
2.3.3. Instalação do experimento e aplicação dos tratamentos	17
2.3.4. Transferência dos ácaros e avaliação da mortalidade	19
2.3.5. Análise dos dados	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4. CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário internacional como o maior produtor de laranja e exportador de suco desta fruta. Em 2016, a produção total de laranja no Brasil foi de 384 milhões de caixas de 40,8 kg, em uma área de 666 mil hectares (FNP, Consultoria e Comércio, 2017). Somando-se o mercado externo e interno, o PIB do setor citrícola atinge em torno R\$ 6,5 bilhões e gera 230 mil empregos diretos e indiretos (Neves et al., 2010). O estado de São Paulo e o sul do Triângulo Mineiro destacam-se como principal cinturão citrícola do país, estas regiões apresentam 415 mil hectares de laranja, com produção na safra 2017/18 estimada em 385 milhões de caixas de 40,8 kg (Fundecitrus, 2017a,b).

A citricultura brasileira é atingida por diversas pragas e doenças, ocasionando significativo aumento no custo de produção, gerado pelo acréscimo do consumo de defensivos agrícolas e da mão-de-obra para o seu controle. Os gastos com a compra e com a operação de aplicação de inseticidas, fungicidas, acaricidas, espalhantes e óleo mineral, nos pomares em produção (acima de 4 anos), representam cerca de 38% do custo total de produção de laranja no estado de São Paulo. Dentre estes defensivos agrícolas, os acaricidas representaram aproximadamente 5% do custo com a compra destes insumos (FNP, Consultoria e Comércio, 2017).

Dentre os importantes ácaros que atacam as plantas de laranja, o ácaro *Brevipalpus yothersi* Baker (2015) (Prostigmata: Tenuipalpidae) (Beard et al., 2015), anteriormente classificado como *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (1939), é o maior responsável pelo consumo de acaricidas na citricultura brasileira. O principal dano causado por este ácaro nas laranjeiras é indireto e sua importância é atribuída à transmissão do *Citrus leprosis virus*-tipo citoplasmático (CiLV-C), agente causal da doença conhecida como leprose dos citros (Musumeci & Rossetti, 1963; Kitajima et al., 1972). Esta doença é considerada uma das mais importantes para citricultura nacional. Seu dano está associado a perdas de produção de 30 a 100%, pela depreciação dos frutos para mercado e queda prematura dos frutos e folhas, no ano de sua infecção, e pela seca de ramos e diminuição da vida útil das plantas, nos anos seguintes (Bassanezi, 2001).

A leprose dos citros é caracterizada por lesões locais em frutos, folhas e ramos, isto porque o vírus restringe-se aos pontos de alimentação do ácaro e não coloniza sistematicamente a planta infectada (Kitajima et al., 1972). Nas folhas, as lesões são caracterizadas por manchas cloróticas, arredondadas, de 1 a 3 cm de diâmetro, tanto na face inferior como na face superior,

com ou sem centro necrótico, com formação de goma no centro. Estas lesões se concentram próximas às nervuras e, em grande quantidade provocam a queda das folhas. Nos frutos verdes, a princípio, as lesões são amareladas, e posteriormente, se tornam necróticas, marrons, lisas ou ligeiramente deprimidas, mais ou menos circulares, com 5 a 12 mm de diâmetro, com presença ocasional de rachaduras no centro e rodeadas por um halo amarelado. A medida em que o fruto amadurece, as lesões se tornam mais escuras e deprimidas e, dependendo da quantidade de lesões, principalmente próximas a região do pedúnculo, provocam a queda prematura do fruto. Nos ramos, as lesões iniciais são circulares e amareladas e, com o tempo, se tornam corticosas, salientes, acinzentadas, pardas ou mesmo avermelhadas. A medida que as lesões se coalescem nos ramos, a casca se rompe, ficando um aspecto de descamação, que quando atinge grandes áreas dos ramos, provoca seu secamento e morte (Rossetti, 2001; Bassanezi, 2017).

O ácaro da leprose e a doença encontram-se disseminados em praticamente todas as regiões produtoras de citros do Brasil (Bastianel et al., 2010). Historicamente, a doença tem sido mais severa no Norte e Noroeste do estado de São Paulo e no Sul do Triângulo Mineiro, isto porque as regiões com alta temperatura e longo período de estiagem favorecem o aumento populacional do ácaro vetor (Oliveira, 1986).

A estratégia de controle da leprose dos citros está baseada na redução da fonte de inóculo do vírus e na redução da taxa de infecção. A redução da fonte de inóculo é realizada pela eliminação de plantas altamente afetadas, poda de ramos com sintomas, remoção de frutos doentes, controle de plantas daninhas hospedeira do vírus e plantio de mudas sadias. A redução da taxa de infecção é baseada na redução da transmissão do vírus pelo ácaro vetor por meio do plantio de mudas livres de ácaros, utilização de quebra-ventos com espécies não-hospedeiras do ácaro, lavagem e desinfestação de materiais de colheita, eliminação de plantas daninhas hospedeiras do ácaro, retirada de frutos remanescentes e temporões, controle da verrugose dos citros e controle químico do ácaro (Bassanezi, 2017).

Em condições naturais, o CiLV-C é transmitido e disseminado no campo apenas pelo ácaro da leprose. Assim, a redução da população do ácaro é medida essencial de controle desta doença. A principal prática adotada pelos citricultores para o controle do ácaro da leprose, e consequentemente controle da doença, tem sido a pulverização das plantas com acaricidas (Bassanezi, 2017).

O ácaro da leprose é diminuto e tende a pôr seus ovos e ficar em locais abrigados, como fendas, lesões, escamas de cochonilhas, exúvia de ácaros, além de grânulos de poeira presentes nos frutos, principalmente, ramos e folhas da planta (Chiavegato, 1986), tanto externa como internamente à copa (Bazzo, 2016). Assim, as pulverizações com acaricidas, para serem bem-

sucedidas, devem cobrir toda a superfície dos frutos, ramos e folhas, tanto externa como internamente, na copa da planta (Ferreira, 2003). A densa folhagem e a presença de frutos na laranjeira formam um escudo compacto que dificulta a boa cobertura da pulverização, principalmente no interior da copa (Oliveira et al., 2001).

Para vencer esta barreira, até o final da década de 1990, a aplicação dos acaricidas em pomares adultos era realizada por pulverizadores adaptados com pistola de corte ou de jato contínuo, que utilizava altos volumes de calda por planta e por hectare (Ferreira, 2003). Este método era considerado o mais eficiente na época devido à capacidade de direcionamento manual da calda de pulverização em toda dimensão da copa, principalmente no seu interior através de suas clareiras (Oliveira et al., 2001), uma vez que os acaricidas agem por contato, e as partes não pulverizadas da planta proporcionam rápida reinfestação pelo ácaro (Oliveira et al., 1991). O alto volume de calda era necessário porque a aplicação por meio de pistola gera gotas de tamanho grande (diâmetro mediano volumétrico, DMV, em torno de 400 μm) que apresentam dificuldade de penetração no interior da planta e em sua maioria ficam retidas na parte externa da copa e, em excesso, escorrem para o solo. Pulverizações com equipamentos do tipo pistola proporcionam uma melhor distribuição da calda e melhor controle do ácaro da leprose na medida que se aumenta o volume de calda acaricida aplicado a partir 240 $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$ de copa (Oliveira et al., 1998). Por outro lado, apesar de possibilitar um melhor controle do ácaro, a aplicação de acaricidas com pistola em alto volume resulta em maior gasto de calda, em vista do escorrimento do excesso, resultando em maior desperdício e custo (Oliveira et al., 2001).

Alguns trabalhos mostram que pressões e volumes de aplicação elevados são responsáveis pela perda de 30 a 70% do produto aplicado e contaminação do ambiente (Matuo, 1988; Willes, 1997; Chaim et al., 1999). Segundo Holownicki et al. (2000), a ineficácia de muitas pulverizações em citros está atribuída a perdas na pulverização que podem ser superiores a 50% em relação a quantidade aplicada, elevando os custos de produção e contaminação de outras áreas. De acordo com Ramos & Garcia (2004), o volume de calda utilizado nunca deverá ser a premissa da regulagem, mas sim a consequência da mesma. Regula-se um pulverizador para colocar a quantidade necessária de produtos sobre o alvo selecionado. Quanto menor o volume de água necessário para isso, maior a capacidade de trabalho dos pulverizadores e menor o custo de produção.

A pulverização de acaricidas por meio de pistola ainda é realizada em pomares em formação, porém, em pomares mais velhos, devido às necessidades de maior rendimento operacional e redução dos custos de aplicação, pulverizações com turbopulverizador unilateral ou bilateral para a aplicação de acaricidas têm sido mais comuns (Bassanezi, 2017). Entretanto,

o conceito de aplicação de alto volume de calda para o controle do ácaro da leprose ainda se mantém na cabeça de muitos citricultores, apesar de estudos recentes terem demonstrado que a redução do volume de calda aplicado para o controle do ácaro é possível, desde que com uma melhor adequação do tamanho de gotas produzidas nas pontas dos turbopulverizadores, permitindo uma melhor penetração, distribuição e cobertura de calda aplicada no interior da copa das plantas (Raetano & Matuo, 1999, Ramos et al. 2007, Bazzo, 2016).

Raetano & Matuo (1999) concluíram que o turbopulverizador equipado com ramal contendo 35 bicos e menor volume de calda (1.618 L.ha^{-1}) apresentou a mesma eficiência no controle do ácaro da leprose se comparado com um turbopulverizador equipado com ramal contendo 13 bicos e maior volume de calda (1.833 L.ha^{-1}). Assim, a distribuição de calda na planta parece influenciar significativamente no controle do ácaro da leprose para volumes de aplicação até o máximo de retenção foliar (ponto de escorrimento). Para volumes superiores à capacidade máxima de saturação das folhas os depósitos residuais podem influenciar nos níveis de controle. Ramos et al. (2007), utilizando turbopulverizador com as pontas de pulverização dimensionadas para que o espectro de gotas produzido estivesse com DMV entre 150 e 250 μm (gotas finas), concluíram que a cobertura e a deposição não foram prejudicadas reduzindo o volume de calda de 28 L.planta^{-1} (167 mL.m^{-3} de copa) para $19,6 \text{ L.planta}^{-1}$ (117 mL.m^{-3} de copa), indicando que seria possível uma redução de 30% do volume de calda aplicado, sem prejuízos ao controle do ácaro da leprose. Bazzo (2016), observou uma cobertura média da pulverização semelhante para os volumes de calda de 140 e 190 mL.m^{-3} (>80%), mas uma cobertura média menor (em torno de 43%) para o volume de calda de 100 mL.m^{-3} de copa. Entretanto, ele não observou diferença significativa no período de controle do ácaro da leprose até 500 dias da aplicação do acaricida nos três diferentes volumes de calda, o que possibilitaria uma redução de até 47% no volume de calda e 45% dos custos de controle do ácaro da leprose.

Embora, seja recomendada a aplicação de acaricida, por meio de turbopulverizadores, com um volume de calda entre 100 e 150 mL.m^{-3} de copa, com gotas de DMV entre 100 a 200 μm para o controle do ácaro da leprose (Bassanezi, 2017), estudos complementares, incluindo os de eficácia biológica do controle do ácaro, se fazem necessários para a corroboração e validação dos resultados anteriores e para a consolidação desta inovação tecnológica na citricultura, que envolve aplicações com gotas finas que possibilitem uma boa cobertura e deposição interna do acaricida e do cálculo do volume de calda em função do volume de copa das plantas.

Na tentativa de melhorar a eficiência de aplicação, várias pesquisas têm procurado alternativas que aumentam a cobertura e deposição do produto nos alvos e reduzam a

contaminação ambiental pela deriva dos produtos aplicados. Nesse contexto, o uso de gotas com carga elétrica tem se mostrado promissor, uma vez que, quando uma nuvem dessas partículas se aproxima de uma planta, ocorre o fenômeno de indução e a superfície do vegetal adquire cargas elétricas de sinal oposto ao das gotas. Como consequência, a planta atrai fortemente as gotas, promovendo uma melhoria na deposição, inclusive na página inferior das folhas. Outro fenômeno importante surge com a repulsão mútua entre as gotas, que possuem cargas da mesma polaridade, o que contribui também, para uma melhoria na distribuição do defensivo nas plantas (Chaim, 2006).

Um dos equipamentos eletrostáticos disponíveis aos citricultores é o sistema de pulverização eletrostática SPE, que utiliza gotas de DMV de 50 a 120 μm eletrificadas indiretamente, isto é, um eletrodo de indução mantido em alta voltagem gera um campo eletrostático no momento da formação do jato de gotas, quando passam pelas pontas de pulverização (SPE, 2015).

Diversas pesquisas têm demonstrado as vantagens da pulverização eletrostática em plantas arbóreas. Xiongkui et al. (2011), trabalhando em pomares de maçã, constataram aumento na deposição com o sistema eletrostático de até 50%, comparado aos sistemas convencionais de pulverização. Sasaki et al. (2013), avaliando a eficiência da deposição da calda de aplicação em café, concluíram que o sistema eletrostático ligado proporcionou aumento de 37% na deposição em relação ao sistema eletrostático desligado. Gitirana Neto (2015) concluiu que a pulverização eletrostática proporcionou maior deposição de calda em cafeeiro comparado com pulverizações convencionais, 159% de acréscimo no terço inferior e 84% de acréscimo na parte mediana do cafeeiro. No entanto, existem trabalhos que demonstraram que a pulverização eletrostática com o equipamento SPE, proporcionou resultados similares aos obtidos pela pulverização com turbopulverizador convencional utilizado em aplicação terrestre nos pomares de laranja, nos mesmos volumes de calda aplicado, tanto para deposição de calda no alvo (Magno Júnior et al., 2011), quanto para a cobertura e o controle do psilídeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) (Lanza, 2016) e da podridão floral dos citros causada por espécies de *Colletotrichum* (Rodrigues, 2016).

Embora o equipamento eletrostático SPE trabalhe com gotas de DMV de 50 a 120 μm , gotas muito finas não são desejáveis nas aplicações a campo devido à alta predisposição à deriva, principalmente quando as pontas estão mais distantes da copa da planta (Maski & Durairaj, 2010). Outro problema é que vazões muito altas reduzem significativamente a carga das gotas aplicadas, reduzindo sua eficiência (Maski & Durairaj, 2010). Para que o equipamento eletrostático funcione adequadamente ele deve gerar gotas entre 50 e 100 μm de DMV com

intensidade de carga maior que 4 mC.L^{-1} (milicoulomb por litro), e no caso de plantas com alta densidade foliar, jatos de ar que auxiliem o transporte das gotas com carga eletrostática até seu interior (Chaim, 2006).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de diferentes volumes de calda de acaricida aplicados pelo turbopulverizador convencional e turbopulverizador adaptado com sistema de pulverização eletrostático no controle do ácaro da leprose dos citros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Avaliação do período de controle do ácaro da leprose

2.1.1. Área experimental

Dois experimentos foram conduzidos em duas propriedades na região Sul do Triângulo Mineiro/MG, região caracterizada por altas temperaturas e períodos prolongados de déficit hídrico, altamente favoráveis para a multiplicação do ácaro da leprose. O primeiro experimento, no município de Prata/MG, foi realizado em dezembro de 2014, em talhões comerciais de laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] da variedade ‘Pera-Rio’ enxertada sobre citromeleiro ‘Swingle’ [*C. paradisi* Macfad. X *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], com 6 anos de idade, plantados em espaçamento 2,5 m x 6,0 m e 2,0 x 6,0 m. Estes talhões apresentavam plantas de mesma altura, portanto, independentemente do espaçamento entre planta (2,0 m ou 2,5 m) o volume médio de copa por hectare foi de 22,2 mil metros cúbicos (Figura 1A). O segundo experimento, no município de Comendador Gomes/MG, foi realizado em dezembro de 2015, em talhões comerciais de laranja ‘Rubi’ enxertada sobre tangerineira ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka], com 5 anos de idade, plantados em espaçamento 3,3 m x 6,5 m e volume médio de copa por hectare de 16,7 mil metros cúbicos (Figura 1B). Os talhões selecionados nos dois experimentos estavam a mais de seis meses sem receber pulverização com acaricidas.



Figura 1. Pomares onde foram conduzidos os experimentos para avaliação de diferentes volumes de copa e equipamentos pulverizadores no controle do ácaro da leprose dos citros. A) Laranja ‘Pera-rio’ em citromeleiro ‘Swingle’, em Prata/MG e B) Laranja ‘Rubi’ em tangerineira ‘Sunki’, em Comendador Gomes/MG.

2.1.2. Dimensionamento do volume de copa das plantas

Antes da instalação dos experimentos, cinco plantas por talhão foram dimensionadas para determinar o volume de copa médio. Este volume foi resultado da multiplicação entre a altura, diâmetro (espaçamento entre plantas) e profundidade da copa da planta no sentido da entre linha.

2.1.3. Delineamento experimental e tratamentos

Para cada experimento foram selecionados cinco talhões (blocos) com a mesma combinação copa/porta-enxerto e idade das plantas (Figura 2A e B). Em seguida, cada talhão foi dividido em cinco parcelas de tamanho semelhante (Figura 2C e D).

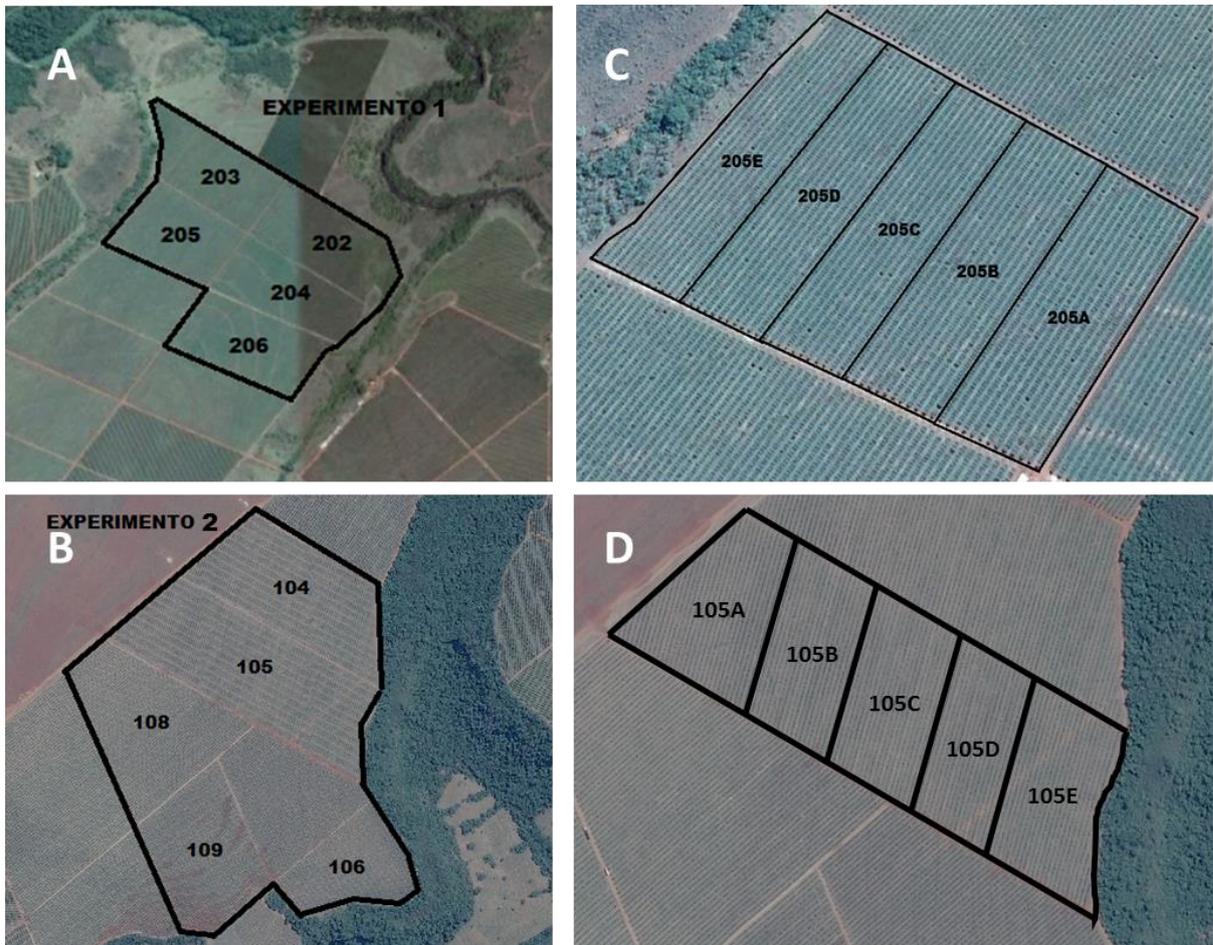


Figura 2. Vista aérea dos cinco talhões onde foram conduzidos os experimentos para avaliação de diferentes volumes de copa e equipamentos pulverizadores no controle do ácaro da leprose dos citros em Prata (A) e em Comendador Gomes (B)/MG. Exemplo da divisão dos talhões em cinco parcelas cada, no experimento 1 (C) e experimento 2 (D).

O delineamento experimental foi em blocos com parcelas casualizadas com cinco tratamentos e cinco repetições para cada tratamento. Cada repetição (bloco) foi formada por um talhão e cada parcela foi composta por 1000 a 2000 plantas.

Os tratamentos de volume de calda acaricida foram os seguintes:

- T1 – Volume de calda de 22,5 mL.m⁻³ de copa aplicado com turbopulverizador equipado com sistema eletrostático SPE desligado (Volume correspondente a 500 L.ha⁻¹ recomendado pelo fabricante SPE);
- T2 – Volume de calda de 22,5 mL.m⁻³ de copa aplicado com turbopulverizador equipado com sistema eletrostático SPE ligado;
- T3 – Volume de calda de 100 mL.m⁻³ de copa aplicado com turbopulverizador convencional [Volume correspondente ao ponto de escorrimento em citros (Ramos et al., 2007)];
- T4 - Volume de calda de 140 mL.m⁻³ de copa aplicado com turbopulverizador convencional;
- T5 - Volume de calda de 180 mL.m⁻³ de copa aplicado com turbopulverizador convencional (Volume de calda padrão utilizado pela empresa).

Para a distribuição dos tratamentos nas parcelas de cada bloco, foi realizado um levantamento preliminar da infestação do ácaro da leprose em frutos e ramos em cada parcela. Para isto foram avaliadas 2% das plantas de cada parcela, inspecionando-se quatro ramos e quatro frutos de cada planta com auxílio de uma lupa de bolso com lente de 10 aumentos. A incidência de frutos e ramos com a presença de pelo menos um ácaro da leprose foi estimada para cada parcela e a distribuição dos tratamentos em cada parcela de cada um dos cinco talhões foi feita de modo que as médias da infestação inicial de ácaros em frutos e ramos para cada tratamento fossem semelhantes (Tabela 1).

2.1.4. Equipamentos pulverizadores e aplicação dos acaricidas

As pulverizações foram realizadas com turbopulverizador de arrasto, modelo Natali 4000 L (Natali Equipamento Agrícola, Limeira, SP), com defletor bilateral, ventilador que, segundo o fabricante, a 540 rpm na TDP é capaz de produzir 1.400 m³ de ar por minuto, à velocidade de 190 km.h⁻¹. Este turbopulverizador foi tracionado por um trator MF 4275 (Massey Ferguson) deslocando-se à primeira marcha reduzida, com rotação de 1800 rpm, à velocidade de 2,2 km.h⁻¹ para todos os tratamentos.

Tabela 1. Infestação inicial do ácaro da leprose dos citros (% de órgãos infestados, amostrando 2% das plantas e quatro frutos e quatro ramos por planta) nos experimentos 1 e 2, e distribuição dos tratamentos nas parcelas de cada bloco.

Tratamento	Experimento 1		Experimento 2	
	Bloco/Parcela	Infestação inicial (%)*	Bloco/Parcela	Infestação inicial (%)
Eletrostático desligado 22,5 mL.m ⁻³	202 A	0,36	104 B	1,31
	203 A	8,33	105 A	0,92
	204 D	0	106 E	16,25
	205 B	0	108 A	0
	206 B	1,42	109 A	1,25
	Média	2,02	Média	3,95
Eletrostático ligado 22,5 mL.m ⁻³	202 D	0	104 E	1,78
	203 C	3,64	105 B	1
	204 E	0,75	106 D	5,68
	205 C	1	108 D	0,62
	206 E	1,73	109 E	5,55
	Média	1,42	Média	2,93
Convencional 100 mL.m ⁻³	202 C	0,73	104 C	0,69
	203 B	3,12	105 E	1,56
	204 A	0	106 C	0
	205 A	0,44	108 B	8
	206 D	2,5	109 C	1,56
	Média	1,36	Média	2,36
Convencional 140 mL.m ⁻³	202 E	0	104 A	1,38
	203 E	2,34	105 C	1,29
	204 B	0	106 B	2,08
	205 D	0	108 C	0,73
	206 A	4,04	109 D	7,81
	Média	1,28	Média	2,66
Convencional 180 mL.m ⁻³	202 B	0,37	104 D	4,6
	203 D	2,08	105 D	1,5
	204 C	0,41	106 A	1,92
	205 E	0	108 E	0,83
	206 C	4,64	109 B	1,56
	Média	1,5	Média	2,08

O ramal de bicos utilizado foi o ramal multibico. Para os tratamentos que utilizaram o turbopulverizador convencional, foram usados 24 bicos de cada lado, totalizando 48 bicos, modelo Disc & Core (AD/AC) (Jacto, Pompéia, SP), adequando-se o número da ponta e difusor para cada tratamento, considerando-se uma pressão mínima de 100 psi e uma pressão máxima de 200 psi. Para os tratamentos que utilizaram o turbopulverizador equipado com sistema eletrostático, foram usados seis bicos de pulverização SPE-3 (SPE, Porto Alegre, RS) de cada lado, totalizando 12 bicos (Figura 3).

O acaricida utilizado nos dois experimentos foi a mistura de propargite (Acarit[®]) com hexitiazoxi (Savey[®]), nas dosagens de 100 mL e de 1,5 g do produto comercial para cada 100 litros de água, respectivamente. O acaricida propargite tem ação de choque e mata os adultos

do ácaro da leprose, enquanto que o acaricida hexitiazoxi, na dose utilizada, tem ação de choque sobre as larvas do ácaro.

Para os tratamentos com o turbopulverizador eletrostático, em função do volume de calda utilizado nestes tratamentos ser menor, a dose foi corrigida para equiparar à dose de ingrediente ativo por hectare do tratamento com pulverizador convencional no volume de calda de 100 mL.m^{-3} de copa.

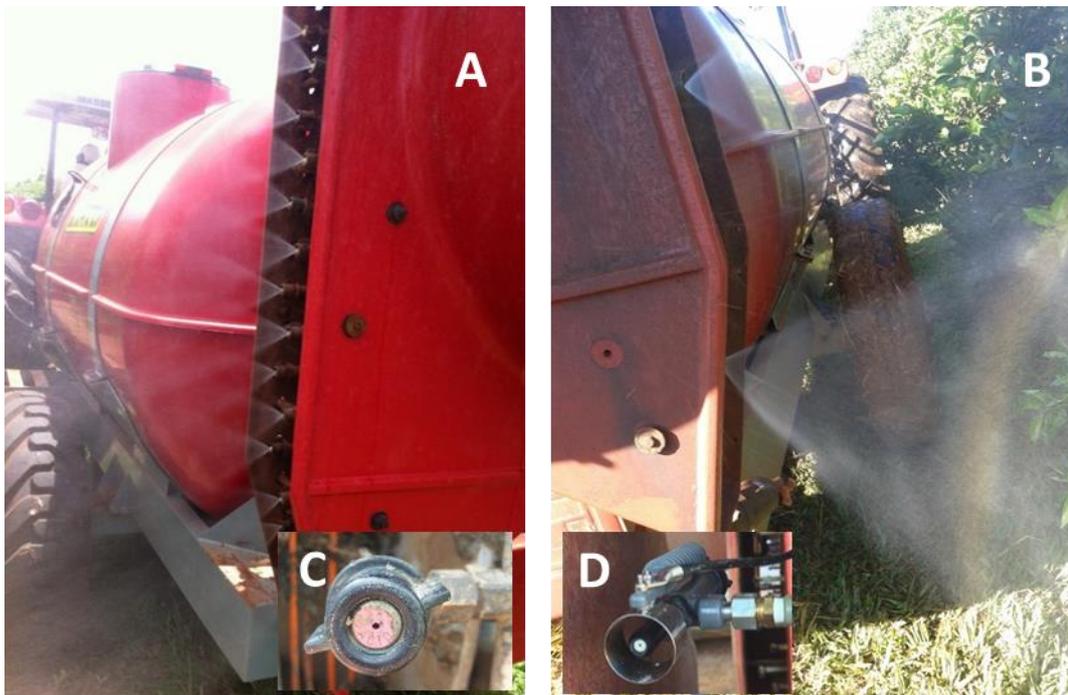


Figura 3. Ramal de bicos do turbopulverizador Natali 4000 L (Natali Equipamento Agrícola) convencional com 24 pontas de cada lado (A) e do turbopulverizador equipado com sistema eletrostático com seis pontas de cada lado (B). Detalhe do bico Disc & Core (AD/AC) utilizado na pulverização convencional (C) e do bico SPE-3 utilizado na pulverização eletrostática (D).

A Tabela 2 apresenta o dimensionamento dos diferentes tratamentos utilizados nos experimentos 1 e 2, como: volume de calda, modelo e número dos bicos de pulverização, pressão, vazão dos bicos e doses dos acaricidas.

Tabela 2. Dimensionamento dos diferentes tratamentos utilizados nos experimentos 1 e 2: volume de calda, modelo e número de bicos de pulverização, pressão, vazão dos bicos e dose dos acaricidas.

Equipamento	Volume de calda		Bico ²	nº de bicos	Pressão (psi)	Vazão bico (L.min ⁻¹)	Dose ³ Acarit®			Dose ³ Savey®		
	(mL.m ⁻³)	(L.ha ⁻¹)					(mL.100 L ⁻¹)	(mL.m ⁻³)	(mL.ha ⁻¹)	(g.100 L ⁻¹)	(mg.m ⁻³)	(g.ha ⁻¹)
<i>Experimento 1</i>												
Eletrostático ¹	22,5	499	SPE-3	12	143	0,915	444	0,100	2220	6,7	1,5	33,3
	100	2218	AD3/AC25	48	103	1,017	100	0,100	2220	1,5	1,5	33,3
Convencional	140	3106	AD3/AC25	48	201	1,423	100	0,140	3108	1,5	2,1	46,6
	180	3993	AD4/AC25	48	161	1,830	100	0,180	3996	1,5	2,7	59,9
<i>Experimento 2</i>												
Eletrostático ¹	22,5	377	SPE-3	12	96	0,748	444	0,100	1664	6,7	1,5	24,9
	100	1674	AD3/AC23	48	174	0,831	100	0,100	1664	1,5	1,5	24,9
Convencional	140	2343	AD3/AC25	48	134	1,163	100	0,140	2330	1,5	2,1	34,9
	180	3013	AD4/AC25	48	108	1,496	100	0,180	2996	1,5	2,7	44,9

¹ Considerado o mesmo dimensionamento para o sistema eletrostático ligado ou desligado.

² Para os tratamentos realizados com o sistema eletrostático foi utilizado o bico modelo SPE; e para os tratamentos convencionais foi utilizado o bico modelo Disc & Core, onde AD significa o tamanho do bico e AC significa o modelo do difusor.

³ Dose do produto comercial em 100 L de água, por metro cúbico de copa e por hectare.

*Velocidade média de trabalho para todos os tratamentos: 2,2 km.h⁻¹

2.1.5. Avaliação da infestação do ácaro da leprose e do período de controle dos tratamentos

Após as aplicações dos acaricidas foram realizadas inspeções quinzenais do ácaro da leprose, avaliando-se 2% das plantas de cada parcela, inspecionando-se quatro frutos e quatro ramos de cada planta com auxílio de uma lupa com lente de 10 aumentos.

O período de controle em cada parcela foi considerado como o intervalo de tempo (dias) entre a aplicação dos acaricidas na parcela e a detecção na parcela de um nível de infestação do ácaro igual ou maior que 1% dos órgãos inspecionados com a presença do ácaro da leprose (índice de infestação adotado como nível de ação de controle do ácaro da leprose pela empresa).

2.1.6. Análise dos dados do período de controle

Para cada experimento, a média dos períodos de controle do ácaro da leprose de cada tratamento foram submetidas aos testes de normalidade e homogeneidade de variâncias e os dados não-transformados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Todas análises foram realizadas com auxílio do programa AgroEstat (Barbosa & Maldonado Júnior, 2015).

2.2. Avaliação da cobertura e deposição de calda

A cobertura e a deposição da calda aplicada nas plantas pelos diferentes volumes de calda e equipamentos pulverizadores foram avaliadas, respectivamente, pela aplicação de calda contendo água e corante fluorescente e água e fungicida a base de cobre nas plantas dos mesmos talhões dos experimentos 1 e 2, em dezembro de 2015.

2.2.1. Avaliação da cobertura da calda pulverizada

Para determinação da porcentagem de área de cobertura foi realizada a pulverização de calda contendo água e corante fluorescente da marca Travicar (Travicar, Porto Alegre, RS), na proporção de um litro de corante para 45 litros de água, para cada um dos tratamentos. Foram pulverizadas cinco plantas por tratamento, considerando as três plantas centrais para amostragem de folhas.

Após a pulverização e a secagem das gotas, foram coletadas duas folhas, uma na parte interna e outra na parte externa, em três alturas da planta: terço superior (ponteiro), terço médio (região mediana da copa) e terço inferior (saia), nos dois lados, das três plantas centrais de cada tratamento, totalizando 12 folhas por planta e 36 folhas por tratamento (Figura 4).

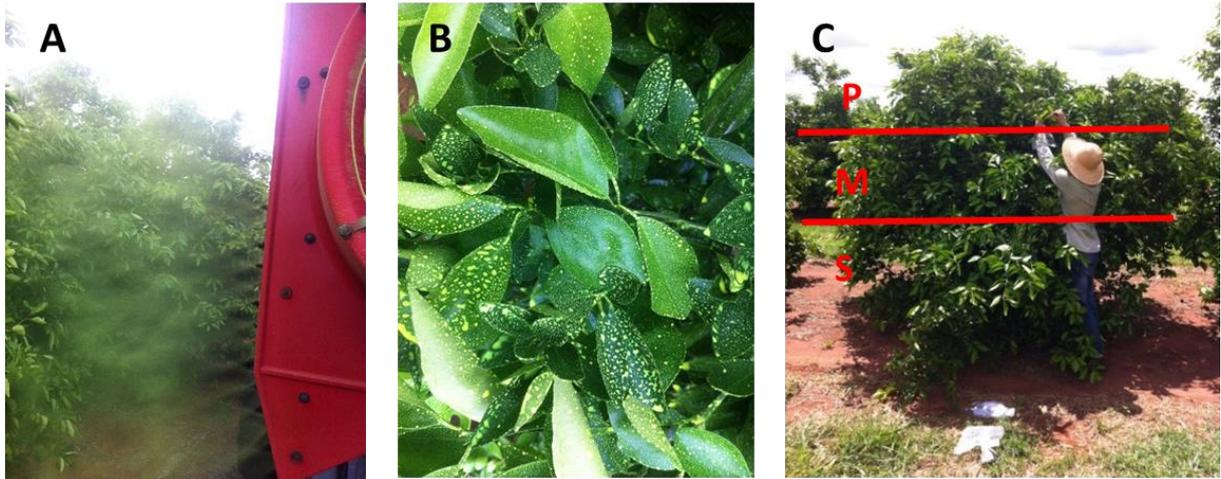


Figura 4. Experimento para avaliação de cobertura de calda proporcionada por diferentes volumes de calda aplicada por dois equipamentos. A) Aplicação do corante fluorescente; B) Folhas após aplicação do corante fluorescente; C) Regiões da planta para coleta das folhas: P – ponteiro ou terço superior da copa, M – região mediana ou terço médio da copa e S – saia ou terço inferior da copa. Foi coletada uma folha de cada região nos dois lados das três plantas centrais da parcela, externa e internamente na copa.

A cobertura foi calculada por meio da obtenção de imagens das faces abaxial e adaxial das folhas com as coberturas evidentes, feitas por meio de câmera digital convencional sob iluminação com lâmpada ultravioleta (Figura 6). A porcentagem de área de cobertura foi calculada em função do contraste de cores das imagens obtidas e analisadas pelo software ImageJ – Image Processing and Analysis inJava (Bethesda, MD).

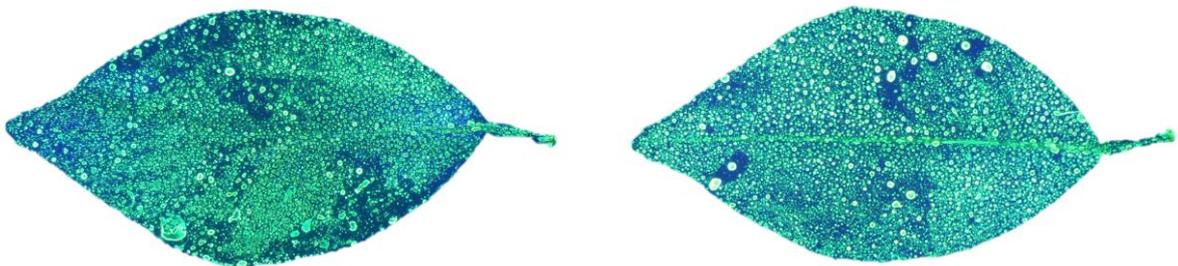


Figura 5. Imagens de folhas com aplicação de corante fluorescente nos diferentes tratamentos iluminadas com lâmpada ultravioleta para análise de cobertura da calda aplicada. Face adaxial (a esquerda) e abaxial (a direita).

2.2.2. Avaliação da deposição da calda pulverizada

Para determinação da deposição da calda foi realizada a pulverização de calda contendo oxiclureto de cobre (Recop[®], 840 g/kg, Atar do Brasil), na concentração de 180 g do produto comercial para 100 litros de água, para cada um dos tratamentos. Foram pulverizadas cinco plantas por tratamento, considerando as três plantas centrais para amostragem de folhas. As áreas utilizadas no experimento apresentavam plantas que não haviam recebido aplicações cúpricas recentes.

Após a pulverização e secagem das gotas sobre as folhas, foram coletadas amostras compostas de cinco folhas, na parte interna e na parte externa da copa das plantas, em três alturas, terço superior (ponteiro), terço médio (região mediana da copa) e terço inferior (saia), nos dois lados das três plantas centrais de cada tratamento, totalizando 60 folhas por planta e 180 folhas por tratamento (Figura 6).

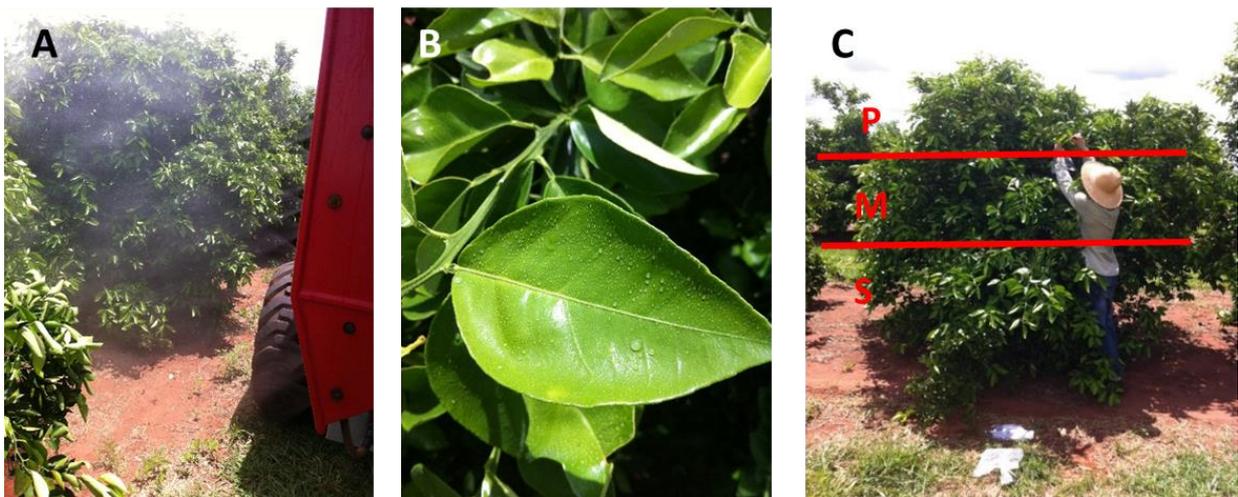


Figura 6. Experimento para avaliação de deposição de calda proporcionada por diferentes volumes de calda aplicada por dois equipamentos. A) Aplicação do oxiclureto de cobre; B) Folhas após aplicação do oxiclureto de cobre; C) Regiões da planta para coleta das folhas: P – ponteiro ou terço superior da copa, M – região mediana ou terço médio da copa e S – saia ou terço inferior da copa. Foi coletada coletada uma folha de cada região nos dois lados das três plantas centrais da parcela, externa e internamente na copa.

Para a avaliação da deposição da calda, as folhas coletadas foram enviadas para o laboratório. No laboratório, em cada saco plástico contendo as 5 folhas coletadas de cada posição foram adicionados 50 mL de HCl 0,2 N seguido de agitação por 50 s. Em seguida, a solução foi filtrada, acondicionada em frascos plásticos de 10 mL devidamente identificados e encaminhadas para análise da concentração de cobre iônico (Cu^{+2}) por espectrofotometria de

absorção atômica, no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos do Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônomo (CEA/IAC), Jundiaí, SP. As folhas das respectivas amostras foram digitalizadas por scanner convencional a uma resolução de 600 dpi, com 24 milhões de cores, e as imagens salvas em formato BMP. A área foliar em cm^2 das folhas contidas nas imagens foi calculada utilizando o software ImageJ – Image Processing and Analysis in Java (Bethesda, EUA). A quantidade média de calda retida por unidade de área foi determinada pela relação entre a quantidade de Cu^{+2} existente nas amostras e a área foliar de cada amostra correspondente, conforme descrito por Scapin (2014).

2.2.3. Análise dos dados de cobertura e deposição de calda

As médias dos valores da cobertura e deposição da calda proporcionada por cada tratamento foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade de variâncias, e os dados não-transformados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, considerando-se um experimento fatorial $5 \times 2 \times 3$, onde o fator 1 foi o tratamento volume de calda/equipamento (5 níveis: $22,5 \text{ mL.m}^{-3}$ de copa com turbopulverizador adaptado com o sistema eletrostático desligado; $22,5 \text{ mL.m}^{-3}$ de copa com turbopulverizador adaptado com o sistema eletrostático ligado; 100 mL.m^{-3} de copa com turbopulverizador convencional; 140 mL.m^{-3} de copa com turbopulverizador convencional; 180 mL.m^{-3} de copa com turbopulverizador convencional), o fator 2 foi a posição horizontal da amostra (2 níveis: interno e externo) e o fator 3 foi a posição vertical da amostra (3 níveis: inferior, mediano e superior). Todas análises foram realizadas com auxílio do programa AgroEstat (Barbosa & Maldonado Júnior, 2015).

2.3. Avaliação da mortalidade do ácaro da leprose após o seu confinamento em frutos pulverizados com os tratamentos

2.3.1. Área experimental e tratamentos

Este experimento foi realizado em agosto de 2016, em pomar comercial de laranja 'Rubi' enxertada em tangerineira 'Sunki', com 5 anos de idade, plantado em espaçamento $3,3 \text{ m} \times 6,5 \text{ m}$, no município de Comendador Gomes/MG.

Este experimento foi conduzido para garantir a uniformidade da infestação do ácaro da leprose nos frutos amostrados. Neste caso, os frutos foram posicionados intencionalmente pelos quatro quadrantes da planta e, posteriormente, foram realizadas as pulverizações dos diferentes

tratamentos. Foram avaliados os mesmos tratamentos dos experimentos anteriores, incluindo um tratamento controle sem a aplicação de acaricidas (aplicação apenas de água).

2.3.2. Criação do ácaro da leprose

Os ácaros utilizados neste experimento foram coletados, em dezembro de 2015, de frutos de laranja infestados em pomar de citros da mesma propriedade, para dar início à criação estoque de ácaros da leprose. No Laboratório de Acarologia da FCAV/UNESP os ácaros foram multiplicados em frutos com sintomas de verrugose segundo método proposto por Albuquerque et al. (1997). Os frutos utilizados na criação foram parcialmente parafinados, deixando-se uma área de aproximadamente 10 cm² sem parafina, que foi circundada com cola adesiva (Tree Tanglefoot®) para conter os ácaros. Os frutos foram dispostos em bandejas plásticas e mantidos em câmara climatizada à temperatura de 25±1°C, UR de 60±5% e fotoperíodo de 14 h de luz e 10 h de escuro. Quando necessário, os frutos em início de deterioração foram substituídos, e a transferência dos ácaros, realizada por meio do contato entre os dois frutos.

2.3.3. Instalação do experimento e aplicação dos tratamentos

Para este experimento, foram coletados frutos com seis meses após o pegamento, da mesma propriedade, sem resíduos de defensivos agrícolas, com tamanho semelhantes e apresentando regiões com rugosidades, que são preferidas para a permanência do ácaro da leprose (Oliveira et al., 1995). Inicialmente, os frutos foram lavados em água corrente e secados na sombra. Em cada fruto foi desenhado um círculo com 2,5 cm de diâmetro e estas áreas foram denominadas de arenas.

Para a aplicação do acaricida no campo foram utilizadas hastes de madeira com suportes de arame nas extremidades para fixação dos frutos. As hastes apresentavam um comprimento de 1,1 m, com dois suportes de arame para os frutos, sendo que a distância entre eles era de 1 m, ou seja, sendo dois frutos por haste. Os frutos foram sempre fixados com a arena volta para cima (Figura 8). As hastes e frutos foram levados a campo e foram posicionados nos quatro quadrantes da planta (Q1 – frente, Q2 – verso, Q3 – entrada e Q4 – saída), em duas alturas (0,5 m e 1,5 m), e dois frutos no centro da copa, acompanhando o tronco, também nas duas alturas (Figura 8). No total foram colocados 10 frutos por planta.

Após a colocação das hastes na planta, foram realizadas as pulverizações com a mistura de propargite (Acarit®) com hexitiazoxi (Savey®), nas dosagens de 100 mL e 1,5 g do produto comercial para cada 100 L de água, respectivamente. Para os tratamentos utilizando-se o turbopulverizador eletrostático, a dose dos acaricidas foi corrigida para equiparar a dose de

ingrediente ativo por hectare do tratamento com o turbopulverizador convencional no volume de calda de 100 mL.m^{-3} , já que o volume de calda utilizado nestes tratamentos foi de apenas $22,5 \text{ mL.m}^{-3}$.



Figura 7. Experimento para avaliação da mortalidade do ácaro da leprose proporcionada por diferentes volumes de calda aplicada por dois equipamentos. A) Marcação da arena de confinamento e fixação do fruto na haste; B) Fixação da haste com fruto identificado na planta; C) Frutos fixados a 0,5 e 1,5 m de altura (setas); D) Regiões da planta onde foram fixadas as hastes com frutos: C – centro da copa junto ao tronco, Q1 – frente; Q2 – verso; Q3 – entrada da pulverização; e Q4 – saída da pulverização. Em cada região foram colocados um fruto a 0,5 e 1 m de altura.

Para a realização do experimento no campo foram delimitadas parcelas que continham 25 plantas dispostas em cinco linhas, com cinco plantas por linha. A fixação das hastes com os frutos foi feita na planta central da linha central, sendo as demais plantas da parcela utilizadas com bordadura e quebra vento para evitar a interferência dos outros tratamentos (Figura 9). Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições. Os frutos do tratamento testemunha não foram pulverizados.

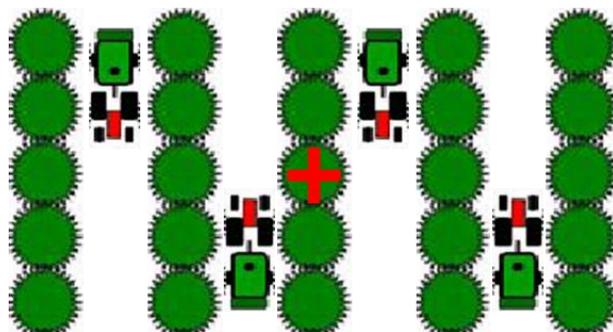


Figura 8. Esquema das parcelas do experimento para avaliação da mortalidade do ácaro da leprose proporcionada por diferentes volumes de calda aplicada por dois equipamentos. Cada parcela foi composta por cinco linhas com cinco plantas, sendo a colocação das hastes com os frutos na planta central da linha central.

2.3.4. Transferência dos ácaros e avaliação da mortalidade

Após a secagem da calda, os frutos foram coletados, armazenados em sacos de papel e enviados para o Laboratório de Acarologia da FCAV/UNESP para a realização do confinamento dos ácaros. No laboratório, os frutos foram parcialmente parafinados e deixada uma arena de 5 cm² que foi circunda com cola adesiva (Tree Tanglefoot®).

Em cada fruto foram transferidos 10 ácaros fêmeas adultas da criação estabelecida, sob estereoscópio, com pincel de apenas um pelo (Figura 10). Foram utilizados 40 frutos por tratamento, totalizando 240 frutos no experimento. Como foram colocados 10 ácaros por fruto, totalizou-se 2.400 ácaros para a montagem do experimento. Após a transferência dos ácaros os frutos foram acondicionados nas mesmas condições da criação de ácaros (Figura 10).

As avaliações foram realizadas no dia 1, 3, 6, 9 e 15 após o confinamento dos ácaros (DAC), contando-se, sob estereoscópio, o número de ácaros vivos e aderidos na cola.



Figura 9. A) Transferência dos ácaros da criação para os frutos tratados com acaricidas aplicados em diferentes volumes de calda aplicada por dois equipamentos. B) Acondicionamento dos frutos com ácaros para a avaliação da mortalidade. 10 frutos por planta e cinco plantas por tratamento.

2.3.5. Análise dos dados

A média do número de ácaros vivos e aderidos à barreira adesiva dos 40 frutos de cada tratamento (10 frutos por planta e quatro repetições), sem considerar a posição dos frutos nas plantas, foram analisados separadamente, em cada DAC, pelo teste F e as médias analisadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com o programa AgroEstat (Barbosa & Maldonado Júnior, 2015). Para a análise de variância os dados foram transformados em $\ln(x+5)$. Em seguida, calculou-se a eficiência dos tratamentos pela fórmula de Abbott (1925) para cada repetição, considerando a porcentagem de sobrevivência do tratamento e da testemunha. Neste cálculo não foram considerados os ácaros presos na cola.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos experimentos 1 e 2, não houve correlação significativa ($P > 0,05$) entre o índice de infestação inicial da parcela e o período de controle do ácaro da leprose após a aplicação do tratamento na parcela ($r = -0,24$ e $-0,08$ para o experimento 1 e 2, respectivamente).

O período de controle médio, isto é, o período médio de dias após a aplicação dos acaricidas para que a infestação fosse igual ou maior que 1%, foi bem menor no experimento realizado em Comendador Gomes/MG (Experimento 2) que no experimento realizado em Prata/MG (Experimento 1). No experimento 2, o período de controle médio foi de 75,2 dias, enquanto que no experimento 1, foi de 259,5 dias. Esta diferença pode ser explicada pela maior infestação inicial média das parcelas no experimento 2 que no experimento 1, 1,5% versus 2,8% (Tabela 1). Além disso, pela diferença de precipitação pluviométrica registrada após a aplicação do acaricida nas duas localidades, sendo que a aplicação dos tratamentos no experimento 1, realizada em dezembro de 2014, recebeu menos chuva que a aplicação no experimento 2, realizada em dezembro de 2015. Nos primeiros 30 dias após a aplicação do experimento 2, choveu sete dias a mais que no experimento 1, resultando em uma precipitação pluviométrica acumulada 2,1 vezes maior (Tabela 3). A chuva tem um efeito negativo sobre o período residual do acaricida nas plantas, pois reduz sua concentração nos órgãos onde foi aplicado (Decaro et al, 2013). Adicionalmente, por causa do maior espaçamento entre as linhas de plantio e o maior enfolhamento das plantas nos talhões do experimento 2, a deposição do produto aplicado no experimento 2 foi, em média, 26% menor na parte externa e 68% menor na parte interna da copa que no experimento 1 (Tabela 7). Assim como a cobertura média no experimento 1 foi 21% superior à cobertura média do experimento 2 (Tabela 9).

Tabela 3. Dias com chuva e precipitação acumulada após 30 dias da aplicação dos tratamentos nos experimentos 1 e 2.

Experimento	Localidade	Aplicação	Precipitação após 30 dias da aplicação	
			Dias com chuva	Precipitação acumulada (mm)
1	Prata/MG	Dezembro/14	8	217
2	Comendador Gomes/MG	Dezembro/15	15	451

Independente do experimento e do tratamento aplicado, foi observada grande variação no período de controle do ácaro da leprose dentro do mesmo tratamento. No experimento 1, a

diferença entre o período mínimo médio e o período máximo médio de controle foi de 275 dias, enquanto que no experimento 2 foi de 94,2 dias (Tabela 4).

No experimento 1, não houve diferença significativa no período de controle entre todos os tratamentos (g.l.=4, $F=0,56$, $P=0,6966$) (Tabela 4). No experimento 2, também não houve diferença significativa entre os tratamentos, exceto entre o tratamento com turbopulverizador convencional no volume de calda de 180 mL.m⁻³ de copa, que foi significativamente maior que o tratamento com pulverizador eletrostático desligado no volume de 22,5 mL.m⁻³ de copa (g.l.=4, $F=3,91$, $P=0,0211$) (Tabela 4).

Tabela 4. Período médio de controle do ácaro da leprose (mínimo e máximo) obtido para diferentes tratamentos de volumes de calda acaricida aplicados em diferentes equipamentos pulverizadores no experimento 1 e 2.

Equipamento	Volume de calda (mL.m ⁻³)	Período de controle médio (mínimo e máximo) (dias)	
		Experimento 1	Experimento 2
Eletrostático desligado	22,5 ^c	214,0 a (67 – 384)	43,4 b (34 - 65)
Eletrostático ligado	22,5 ^c	261,8 a (77 – 415)	65,4 ab (39 - 107)
Convencional	100	301,4 a (186 – 416)	71,0 ab (37 – 192)
Convencional	140	230,2 a (118 – 408)	61,8 ab (37 – 82)
Convencional	180	290,2 a (183 – 383)	136,0 a (39 – 211)
Média		259,5	75,5
DMS (5%)		217,7	77,4
g.l.		4	4
F		0,56	3,91
Valor de P		0,6966	0,0211

Valores com letras iguais na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

^c para este volume de calda a dose dos acaricidas foram corrigidas para equiparar à dose de ingrediente ativo por hectare do tratamento com pulverizador convencional no volume de calda de 100 mL.m⁻³ de copa.

Esta igualdade observada entre os tratamentos aplicados com turbopulverizador convencional nos volumes de 100 a 180 mL.m⁻³ de copa, corroboram com o trabalho de Bazzo (2016), que avaliou volumes entre 100 a 190 mL.m⁻³ de copa utilizando o acaricida espiroclorfenol (Envidor ®). Entretanto, este trabalho mostra pela primeira vez que o controle do ácaro da leprose não perdeu a eficiência quando aplicado com volumes abaixo de 100 mL.m⁻³ de copa (22,5 mL.m⁻³ de copa) com o pulverizador eletrostático SPE ligado ou desligado, porém com a dose dos acaricidas corrigidas para o equivalente de ingrediente ativo por hectare

do volume de 100 mL.m^{-3} , exceto quando as condições pós-pulverização desfavorecem o período residual do produto na planta.

O resultado do experimento de mortalidade do ácaro da leprose em laboratório com confinamento em frutos que receberam as pulverizações no campo confirmaram os resultados observados nos experimentos para de avaliação do período de controle no campo. Todos os tratamentos apresentaram mortalidade significativamente maior que o tratamento controle sem aplicação de acaricida, assim como maior número de ácaros que foram para a cola (Tabela 5). O número de ácaros retidos na cola indica uma maior movimentação do ácaro em função dos tratamentos acaricidas (repelência e/ou irritação), que ao tentar fugir do acaricida aplicado fica preso na cola que delimita a arena.

Entre os tratamentos, houve diferenças significativas para o número de ácaros vivos até os 6 DAC e de ácaros aderidos na cola até o 3 DAC apenas entre as aplicações com equipamento eletrostático ligado ou desligado e a aplicação com maior volume de calda, sendo menor o número de ácaros vivos e de ácaros aderidos na cola no tratamento com 180 mL.m^{-3} (Tabela 5). Entretanto, nas avaliações de 9 e 15 DAC, todos os tratamentos se igualaram em relação ao número de ácaros vivos e aderidos na cola (Tabela 5).

A eficiência de mortalidade dos ácaros pelos tratamentos foi crescente após o confinamento, atingindo valores acima de 90% para os tratamentos aplicados com turbopulverizador convencional e acima de 80% para os tratamentos aplicados com pulverizador eletrostático aos 6 DAC. Aos 15 DAC, a eficiência de mortalidade do ácaro da leprose foi acima de 97% em todos os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 5. Número médio de ácaros da leprose vivos e aderidos à cola da arena aos 1, 3, 6, 9 e 15 dias após o confinamento (DAC) em frutos tratados com acaricidas aplicados em diferentes volumes de calda e equipamentos pulverizadores.

Tratamento	1 DAC		3 DAC		6 DAC		9 DAC		15 DAC	
	Vivos	Cola	Vivos	Cola	Vivos	Cola	Vivos	Cola	Vivo	Cola
Eletrostático desligado ^c 22,5 mL.m ⁻³	9,5 b	0,4 a	3,5 c	2,4 a	1,5 b	2,7 a	0,3 b	3,4 a	0,1 b	3,6 a
Eletrostático ligado ^c 22,5 mL.m ⁻³	9,8 ab	0,1 ab	5,0 c	1,3 ab	1,4 b	3,8 a	0,6 b	4,2 a	0,1 b	4,4 a
Convencional 100 mL.m ⁻³	9,8 ab	0,0 b	6,7 b	1,5 ab	0,6 bc	3,3 a	0,3 b	3,4 a	0,0 b	3,6 a
Convencional 140 mL.m ⁻³	9,8 a	0,1 ab	8,2 ab	0,4 bc	0,3 c	2,9 a	0,0 b	3,1 a	0,0 b	3,1 a
Convencional 180 mL.m ⁻³	9,8 ab	0,2 ab	8,4 ab	0,5 bc	0,7 bc	2,9 a	0,2 b	3,4 a	0,1 b	3,4 a
Controle	9,9 a	0,1 a	9,8 a	0,1 c	9,6 a	0,2 b	9,3 a	0,4 b	8,9 a	0,6 b
Teste F	2,83*	3,41**	30,81**	8,87**	127,06**	22,83**	365,15**	25,40**	1728,92**	25,42**
C.V (%)	1,4	4,7	11	12,6	11,5	11,5	7,5	11,1	3,5	10,9

Os valores da tabela são os valores originais, porém para a análise de variância os dados foram transformados em Ln (x+5).

Média de 10 frutos por planta e quatro plantas por tratamento, sem considerar a posição dos frutos na planta.

Valores com letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (* = $P < 0,05$, ** = $P < 0,01$).

^c para este volume de calda a dose dos acaricidas foram corrigidas para equiparar à dose de ingrediente ativo por hectare do tratamento com pulverizador convencional no volume de calda de 100 mL.m⁻³ de copa.

Tabela 6. Eficiência de mortalidade do ácaro da leprose aos 1, 3, 6, 9 e 15 dias após o confinamento (DAC) em frutos tratados com acaricidas aplicados em diferentes volumes de calda e equipamentos pulverizadores.

Tratamento	Eficiência (%) ^x				
	1 DAC	3 DAC	6 DAC	9 DAC	15 DAC
Eletrostático desligado ^c 22,5 mL.m ⁻³	1,5	60,3	81,4	95,7	98,3
Eletrostático ligado ^c 22,5 mL.m ⁻³	1,5	43,3	80,4	92,9	98,1
Convencional 100 mL.m ⁻³	1,7	21,9	90,9	96,3	100
Convencional 140 mL.m ⁻³	0,8	10,9	90,5	96,1	97,7
Convencional 180 mL.m ⁻³	0,2	14,3	96,1	100	100

^x Eficiência de mortalidade calculada pela fórmula de Abbot (1925), não considerando os ácaros aderidos à cola (Média de 40 repetições).

^c para este volume de calda a dose dos acaricidas foram corrigidas para equiparar à dose de ingrediente ativo por hectare do tratamento com pulverizador convencional no volume de calda de 100 mL.m⁻³ de copa.

A ausência de diferenças entre os tratamentos pode ser explicada pelos resultados das avaliações de deposição e cobertura dos acaricidas aplicados em cada um dos experimentos e tratamentos.

Como comentado anteriormente, a deposição média de Cu²⁺ observada no experimento 1 foi maior que a do experimento 2 (Tabela 7). Esta diferença pode estar relacionada às condições dos pomares no momento da aplicação. No experimento 1, o pomar estava com plantas mais velhas, com menor volume de brotações novas e enfolhamento, e menor espaçamento entre ruas, o que facilitou a penetração da calda no momento da aplicação se comparado com as condições do pomar do experimento 2. Esta dificuldade maior de penetração da calda aplicada nas plantas do experimento 2 foi comprovada quando se comparou a deposição de calda na parte externa da copa com a deposição na parte interna. A deposição média de calda na parte interna da copa no experimento 1 foi 73% da deposição média na parte externa, enquanto que no experimento 2, foi apenas 32% (Tabela 7).

Nos experimentos 1 e 2 foram observadas diferenças significativas na deposição de Cu²⁺ entre os tratamentos de Volume de calda/Equipamento (g.l.=4, F=8,41, P<0,0001 e g.l.=4,

F=4,18, $P=0,0031$, respectivamente), entre as Posições horizontais (g.l.=1, F=28,74, $P<0,0001$ e g.l.=1, F=147,52, $P<0,0001$, respectivamente) e entre as Posições verticais (g.l.=2, F=36,97, $P<0,0001$ e g.l.=2, F=31,17, $P<0,0001$, respectivamente) das folhas na copa da planta. A interação Volume de calda/Equipamento x Posição horizontal foi significativa nos dois experimentos (g.l.=4, F=3,12, $P=0,0169$ e g.l.=4, F=2,97, $P=0,0216$, respectivamente), assim como a interação Posição horizontal x Posição vertical (g.l.=2, F=3,88, $P=0,0229$ e g.l.=2, F=5,80, $P=0,0038$, respectivamente). As interações Volume de calda/Equipamento x Posição vertical (g.l.=8, F=0,73, $P=0,6619$ e g.l.=8, F=0,83, $P=0,5762$, respectivamente) e Volume de calda/Equipamento x Posição horizontal x Posição vertical não foram significativas (g.l.=8, F=1,24, $P=0,2776$ e g.l.=8, F=0,98, $P=0,4552$, respectivamente).

De maneira geral, menores deposições ocorreram nos tratamentos com os menores volumes de calda para as aplicações com turbopulverizador convencional (Tabela 7). Também foram observadas maiores deposições de calda na parte externa da copa que na parte interna (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7. Deposição média de cobre (μg de $\text{Cu}^{2+} \cdot \text{cm}^{-2}$ de folha) na parte externa e interna da copa das plantas, nas aplicações de diferentes volumes de calda com diferentes pulverizadores, nos experimentos 1 e 2.

Pulverizador	Volume ($\text{mL} \cdot \text{m}^{-3}$)	Deposição (μg de $\text{Cu}^{2+} \cdot \text{cm}^{-2}$ de folha)					
		Experimento 1			Experimento 2		
		Externo	Interno	DMS (5%)	Externo	Interno	DMS (5%)
Eletrostático desligado	22,5 ^c	3,73 aA	2,17 bB	0,75	3,10 abA	0,41 aB	0,68
Eletrostático ligado	22,5 ^c	3,87 aA	2,21 bB	0,75	2,86 abcA	1,02 aB	0,68
Convencional	100	2,22 bA	1,92 bA	0,75	2,10 cA	0,88 aB	0,68
Convencional	140	3,69 aA	2,89 abB	0,75	2,25 bcA	0,84 aB	0,68
Convencional	180	3,65 aA	3,41 aA	0,75	3,45 aA	1,27 aB	0,68
	DMS (5%)	1,05	1,05		0,95	0,95	

Valores com letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$). Valores com letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si dentro do experimento pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

^c para este volume de calda a dose dos acaricidas foram corrigidas para equiparar à dose de ingrediente ativo por hectare do tratamento com pulverizador convencional no volume de calda de $100 \text{ mL} \cdot \text{m}^{-3}$ de copa.

No experimento 1, o tratamento com volume de calda de 100 mL.m^{-3} de copa aplicado pelo turbopulverizador convencional teve o pior resultado de deposição de Cu^{2+} na parte externa da copa das plantas, sendo significativamente diferente de todos os outros tratamentos, que, por sua vez, não diferiram entre si (Tabela 7). Na parte interna da copa, a deposição deste tratamento somente foi menor em relação ao tratamento com volume de calda de 180 mL.m^{-3} aplicado com pulverizador convencional, que por sua vez não diferiu apenas do tratamento com volume de copa de 140 mL.m^{-3} aplicado com pulverizador convencional (Tabela 7).

No experimento 2, o tratamento com volume de calda de 180 mL.m^{-3} de copa aplicado pelo pulverizador convencional proporcionou deposição na parte externa da copa significativamente superior à dos tratamentos com volumes de calda de 140 e 100 mL.m^{-3} de copa aplicado pelo pulverizador convencional, mas não diferiu dos demais tratamentos aplicados com equipamento eletrostático ligado ou desligado. As deposições dos tratamentos aplicados com o pulverizador eletrostático não diferiram entre si e também dos demais tratamentos aplicados com turbopulverizador convencional. (Tabela 7). Na parte interna da copa, não foram observadas diferenças significativas entre todos os tratamentos do experimento 2 (Tabela 7).

Os bons resultados de deposição de calda obtidos pelos tratamentos com volume de $22,5 \text{ mL.m}^{-3}$ aplicado com o equipamento eletrostático ligado e desligado podem ser explicados, pela correção da dose do Cu^{2+} (equivalente à dose por hectare do volume de calda de 100 mL.m^{-3} de copa) e pelo momento da aplicação dos tratamentos. Durante as aplicações dos tratamentos havia boas condições de temperatura e umidade relativa do ar e as plantas apresentavam baixa produtividade e frutos pequenos (até 5 cm de diâmetro), o que, respectivamente, reduziu a perda de calda aplicada por evaporação e deriva e facilitou a penetração das gotas da calda na copa das plantas.

As pequenas diferenças na deposição da calda de Cu^{2+} observada entre os tratamentos, não foram suficientes para comprometer a eficiência de controle do ácaro da leprose nos dois experimentos, como comentado anteriormente. A baixa variação na deposição entre os tratamentos, principalmente na posição interna das copas das plantas cítricas, pode explicar a pequena variação do controle do ácaro da leprose nos experimentos, ou seja, todos os tratamentos (volumes de calda/equipamento) foram suficientes para aplicar o acaricida nas laranjeiras em quantidades suficientes para o bom controle do ácaro da leprose.

De maneira geral, menores deposições ocorreram no terço superior da copa das plantas, seguido pelo terço médio e pelo terço inferior (Tabela 8). Tanto no experimento 1 como no 2, a deposição nos terços inferior e mediano da parte externa da copa não diferiram entre si e

foram superiores à deposição do terço superior externo. Com relação à parte interna da copa, no experimento 1, a deposição no terço superior foi menor que no terço mediano, que por sua vez foi menor que no terço inferior. No experimento 2, apenas houve diferença entre a deposição do terço superior e inferior, sendo significativamente menor no terço superior (Tabela 8).

Tabela 8. Deposição média de cobre (μg de $\text{Cu}^{2+} \cdot \text{cm}^{-2}$ de folha) na parte externa e interna da copa das plantas, nas diferentes posições verticais (terço superior, mediano e inferior) da copa, nos experimentos 1 e 2.

Posição	Deposição (μg de $\text{Cu}^{2+} \cdot \text{cm}^{-2}$ de folha)					
	Experimento 1			Experimento 2		
	Externo	Interno	DMS (5%)	Externo	Interno	DMS (5%)
Inferior	4,01 aA	3,53 aA	0,58	3,55 aA	1,42 aB	0,53
Mediano	3,95 aA	2,37 bB	0,58	3,14 aA	0,79 abB	0,53
Superior	2,34 bA	1,65 cB	0,58	1,58 bA	0,44 bB	0,53
DMS (5%)	0,70	0,70		0,68	0,68	

Valores com letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Valores com letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si dentro do experimento pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A cobertura da calda no experimento 1 foi superior ao experimento 2. Da mesma forma que a deposição de calda, esta diferença pode estar relacionada às condições dos pomares no momento da aplicação. A maior diferença da cobertura nos experimentos foi na parte superior da copa (ponteiro), para o experimento 1 tivemos uma cobertura média nesta posição de 73,3%, enquanto que para o experimento 2 tivemos 56,6% de cobertura na mesma posição (Tabela 9).

Tabela 9. Cobertura média da calda na parte inferior, mediana e superior da copa das plantas, nas aplicações de diferentes volumes de calda com diferentes pulverizadores, nos experimentos 1 e 2.

Pulverizador	Volume (mL.m ⁻³)	Cobertura (%)							
		Experimento 1				Experimento 2			
		Inferior	Mediano	Superior	DMS (5%)	Inferior	Mediano	Superior	DMS (5%)
Eletrostático desligado	22,5 ^c	56,6 bA	35,4 bAB	20,9 abB	20,0	36,4 bA	28,1 bB	14,8 bB	19,3
Eletrostático ligado	22,5 ^c	45,4 bA	28,2 bA	11,8 bB	20,0	38,5 bA	31,7 bAB	12,3 bB	19,3
Convencional	100	91,9 aA	76,9 aA	15,0 bB	20,0	67,3 aA	57,6 aA	19,5 abB	19,3
Convencional	140	83,9 aA	84,3 aA	25,4 abB	20,0	75,6 aA	63,7 aA	19,6 abB	19,3
Convencional	180	88,7 aA	74,6 aB	42,9 aB	20,0	65,3 aA	44,8 abA	38,2 aB	19,3
DMS (5%)		23,3	23,3	23,3		22,5	22,5	22,5	

Valores com letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Valores com letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si dentro do experimento pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ^c para este volume de calda a dose dos acaricidas foram corrigidas para equiparar à dose de ingrediente ativo por hectare do tratamento com pulverizador convencional no volume de calda de 100 mL.m⁻³ de copa.

Nos experimentos 1 e 2 foram observadas diferenças significativas na cobertura de calda entre os tratamentos de Volume de calda/Equipamento (g.l.=4, $F=27,04$, $P < 0,0001$ e g.l.=4, $F=14,86$, $P < 0,0001$, respectivamente), entre as Posições verticais (g.l.=2, $F=94,35$, $P < 0,0001$ e g.l.=2, $F=50,0$, $P < 0,0001$, respectivamente). Para a Posição horizontal foram observadas diferenças significativas apenas no experimento 1 (g.l.=1, $F=4,22$, $P=0,0417$). A interação Volume de calda/Equipamento x Posição vertical foi significativa nos dois experimentos (g.l.=8, $F=4,22$, $P < 0,0001$ e g.l.=8, $F=2,61$, $P=0,0106$, respectivamente). Em relação a interação Posição horizontal x Posição vertical foi significativa apenas para o experimento 2 (g.l.=2, $F=8,73$, $P=0,0003$). A cobertura de calda na Posição horizontal (g.l.=1, $F=1,76$, $P=0,1867$) para o experimento 2, as interações Volume de calda/Equipamento x Posição horizontal (g.l.=4, $F=1,13$, $P=0,3428$ e g.l.=4, $F=1,13$, $P=0,3431$, respectivamente) e Volume de calda/Equipamento x Posição horizontal x Posição vertical (g.l.=8, $F=1,27$, $P=0,2661$ e g.l.=8, $F=1,56$, $P=0,1422$, respectivamente) para ambos os experimentos, e a interação Posição horizontal x Posição vertical no experimento 1 (g.l.=2, $F=0,10$, $P=0,9044$), não foram significativas a 5% de significância.

Nos experimentos 1 e 2, os tratamentos utilizando o turbopulverizador adaptado com o sistema eletrostático ligado ou desligado não se diferenciaram significativamente entre si e apresentaram as menores coberturas, que se diferenciaram significativamente dos tratamentos

com turbopulverizador convencional, nos volumes 100 mL.m^{-3} , 140 mL.m^{-3} , 180 mL.m^{-3} na parte inferior e mediana da copa, mas se diferenciaram somente do volume de 180 mL.m^{-3} na posição superior (Tabela 9). Os três tratamentos com turbopulverizadores convencionais não se diferiram significativamente entre si, nos dois experimentos em todas as posições, exceto no experimento 1 na posição superior cuja cobertura do tratamento a 100 mL.m^{-3} foi significativamente inferior a cobertura do tratamento a 180 mL.m^{-3} na posição superior (Tabela 9).

Considerando a cobertura média, incluindo todas as posições avaliadas, os tratamentos com equipamento eletrostático ligado ou desligado não se diferenciaram entre si e proporcionaram as menores coberturas (26 a 38%) em relação aos tratamentos aplicados com turbopulverizador convencional, nos volumes 100, 140 e 180 mL.m^{-3} (48 a 69%), que não diferenciaram entre si (Figura 10). A ausência de diferença de cobertura com o equipamento eletrostático SPE ligado ou desligado indica que provavelmente o equipamento não está conseguindo eletrificar corretamente as gotas.

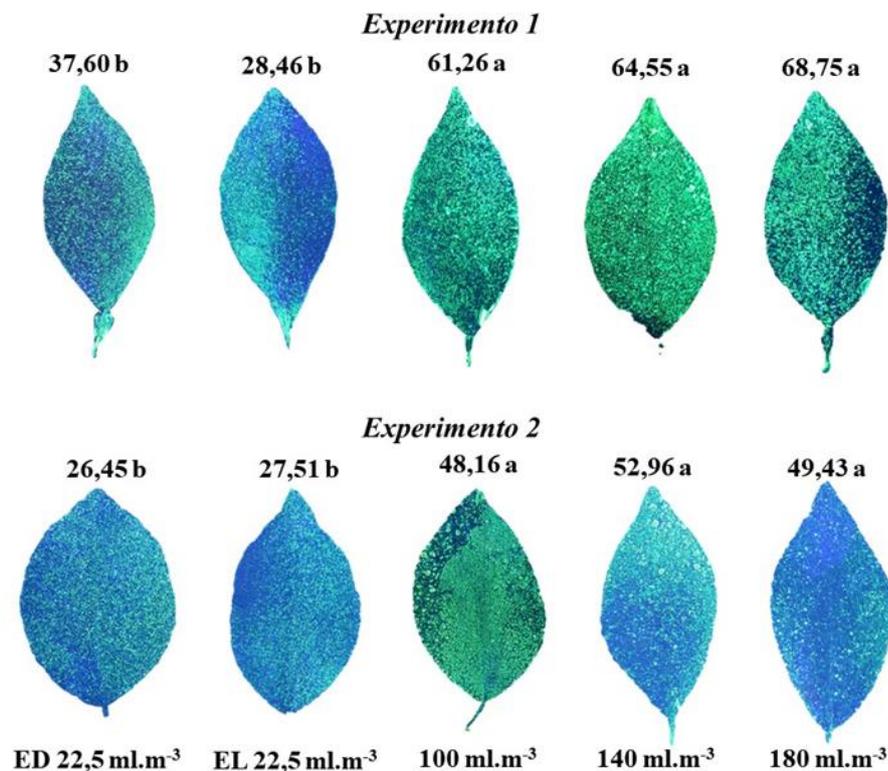


Figura 10. Cobertura média (%) de folhas de laranja promovida por turbopulverizador adaptado com sistema eletrostático ligado (EL) e desligado (ED), nos volumes de $22,5 \text{ mL.m}^{-3}$, ou convencional nos volumes de 100, 140 e 180 mL.m^{-3} contendo corante fluorescente nos experimentos 1 e 2. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; $P > 0,05$).

O aumento da cobertura com o aumento do volume de calda aplicado era esperado até que se atinja o ponto de escorrimento, a partir do qual o aumento no volume de calda aplicada não mais aumenta a cobertura. Assim, o aumento da cobertura do volume de 22,5 mL.m⁻³ para 100 mL.m⁻³ e a ausência de diferença de cobertura nos tratamentos com volumes de calda iguais ou superiores a 100 mL.m⁻³ indica que o ponto de escorrimento deve estar próximo dos 100 mL.m⁻³. Ramos et al. (2007), não observaram diferenças significativas para a cobertura do produto aplicado em pomar comercial da variedade Natal, com 17 anos de idade, plantado em espaçamento de 9 x 6 m e com plantas com altura média de 4 m, na região de Colômbia – SP, nos volumes de calda entre 117 mL.m⁻³ de copa e 167 mL.m⁻³ de copa, porém o volume de calda de 83 mL.m⁻³ de copa apresentou resultados inferiores em relação ao volume de 167 mL.m⁻³ de copa e os volumes de 250 e 333 mL.m⁻³ de copa apresentaram resultados semelhantes ao do volume de 167 mL.m⁻³ de copa e superiores aos demais volumes. Estes autores observaram coberturas entre 22 e 28% nas folhas, 27 e 28% nos ramos e 26 a 30% nos frutos para volumes entre 117 a 167 mL.m⁻³.

Para volumes de aplicação abaixo da máxima retenção foliar (ou ponto de escorrimento), considerado para citros ao redor de 100 mL.m⁻³ de copa, a cobertura da calda (sua distribuição sobre o alvo biológico) pode influenciar significativamente o controle do ácaro da leprose. Entretanto, para volumes acima do ponto de escorrimento, como foi o caso deste trabalho, são os depósitos residuais que mais podem influenciar nos níveis de controle (Raetano & Matuo, 1999).

De maneira geral, para todos os tratamentos e experimentos, a cobertura de calda na parte inferior e mediana da copa foi significativamente maior que na parte superior (Tabela 9). No experimento 1, a cobertura média, incluindo todos os tratamentos, foi de 73,3, 59,9 e 23,2%, respectivamente, na parte inferior, mediana e superior da copa da planta. No experimento 2, a cobertura média foi de 56,6, 45,2 e 20,9%, respectivamente, na parte inferior, mediana e superior da copa da planta. Esta deficiência poderia ser corrigida adequando a altura da turbina à altura da planta e melhorando a forma da saída e distribuição de vento da turbina para acompanhar a forma da copa da planta.

Com relação à cobertura em função da Posição horizontal na copa das plantas, no experimento 1, a cobertura da parte externa foi superior à cobertura da parte interna para todos Equipamento/Volume de calda e Posição vertical avaliados. Em média, a cobertura da parte externa foi de 55,3%, enquanto que na parte interna foi de 49,0%. No experimento 2, de maneira geral não houve diferença significativa entre as coberturas médias externa (42,9%) e interna (38,9%) da copa. Entretanto, a interação entre a Posição vertical e Posição horizontal foi

significativa neste experimento. Na parte externa a cobertura no terço inferior e mediano não diferiram entre si e foram superiores à cobertura do terço superior, enquanto que na parte interna houve diferença entre todas posições verticais, sendo a cobertura maior no terço inferior, seguida pelo terço mediano e, por último, pelo terço superior (Tabela 10). No terço inferior a cobertura da parte interna foi maior que da parte externa, enquanto que no terço superior foi ao contrário (Tabela 10).

Tabela 10. Cobertura média (%) na parte externa e interna da copa das plantas, nas diferentes posições verticais (terço superior, mediano e inferior) da copa, no experimento 2.

Posição	Cobertura (%)		
	Experimento 2		
	Externo	Interno	DMS (5%)
Inferior	51,0 aB	62,2 aA	10,19
Mediano	47,1 aA	43,3 bA	10,19
Superior	30,5 bA	11,3 cB	10,19
DMS (5%)	12,2	12,2	

Valores com letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Valores com letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si dentro do experimento pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Estes resultados de deposição e cobertura nas diferentes posições da copa da planta, corroboraram com os resultados obtidos por diversos autores (Matuo, 1988; Cunningham & Harden, 1998; Palladini, 2000; Ramos et al., 2007; Bazzo, 2016), que observaram menor deposição e cobertura na parte superior e na parte interna da copa, indicando a necessidade de maior atenção à pulverização nesses setores das plantas.

Embora tenha-se observado diferença significativa na cobertura proporcionada pela aplicação no volume de calda de $22,5 \text{ mL.m}^{-3}$ em relação aos demais volumes (coberturas médias entre 26 e 38% no volume de $22,5 \text{ mL.m}^{-3}$ versus 48 e 69% nos demais volumes) (Figura 10), esta diferença não se refletiu na mortalidade e no período de controle do ácaro da leprose. Isto pode ter ocorrido porque coberturas acima de 25% podem ser suficientes para o bom controle do ácaro da leprose, mas isto somente poderá ser comprovado com outro experimento em que não se faça a correção de dose neste volume de aplicação. Outra hipótese, talvez mais correta, seja que a correção de dose com a concentração do produto na calda para o volume de $22,5 \text{ mL.m}^{-3}$ propiciou uma boa deposição do produto que compensou a deficiência de uma cobertura inferior a 40%.

Fernandes et al. (2005) observaram que coberturas entre 21-30% dos acaricidas cyhexatin, azocyclotin e dinocap (0,5 mL/L), associados ou não a adjuvantes, e pulverizados com pulverizador costal, sem atingir o ponto de escorrimento, resultaram em uma mortalidade acima de 85% dos ácaros *B. phoenicis* em mudas de café. Fernandes et al. (2010) avaliando o efeito de diferentes volumes de calda de acaricida, aplicados com turbopulverizador, em plantas adultas de café, observaram, aos 10 dias após a aplicação, eficiência de controle do ácaro *B. phoenicis* acima de 80% com coberturas acima de 35% da superfície foliar. Bazzo (2016) também observou diferenças significativas na cobertura proporcionada pela aplicação de diferentes volumes de calda acaricida, em um pomar comercial de laranja 'Valência', no município de Colômbia, na região Norte do estado de São Paulo, sendo a cobertura média de 43, 83 e 85% obtidas, respectivamente, para os volumes de calda de 100, 140 e 190 mL.m⁻³ de copa. Entretanto, estas diferenças de cobertura não resultaram em diferenças significativas no período de controle do ácaro da leprose, indicando que coberturas acima de 40% seriam suficientes para um bom controle do ácaro.

Baseado nestes resultados e com uma margem de segurança, coberturas iguais ou maiores que 50% são tidas como referência para um bom controle do ácaro da leprose dos citros sem necessidade de correção de dose (Scapin & Ramos, 2017). Para coberturas entre 25 e 50%, no volume de calda abaixo de 100 mL.m⁻³, haveria a necessidade de correção de dose para se ter um bom controle do ácaro da leprose.

A ausência de diferença no período de controle do ácaro da leprose, na mortalidade dos ácaros confinados em frutos pulverizados e na cobertura e deposição de Cu²⁺ nas folhas quando a aplicação foi realizada com o pulverizador eletrostático SPE ligado e desligado, corroborou com os resultados de Lanza (2016) e Rodrigues (2016), que avaliaram o controle de *D. citri* e podridão floral dos citros, respectivamente, com o mesmo equipamento eletrostático ligado e desligado, em volume de calda aplicada iguais. Estes resultados indicam que provavelmente o equipamento SPE não conseguiu carregar eletricamente as gotas produzidas de maneira adequada para assegurar uma maior cobertura e deposição em relação ao equipamento desligado. Nos experimentos 1 e 2, as vazões nos bicos com o equipamento SPE foram, respectivamente, 915 e 748 mL.min⁻¹, e, como citado por Rodrigues (2016), vazões altas dos bicos utilizados nas aplicações de defensivos agrícolas em citros reduzem drasticamente a capacidade de eletrificação das gotas pelo equipamento eletrostático. Maski & Durairaj (2010), observaram que pulverizações eletrostáticas na vazão de 30 mL.min⁻¹ produziram gotas com intensidade de carga média de 11,53 mC.L⁻¹, enquanto que na vazão de 600 mL.min⁻¹ produziram gotas com intensidade de carga média de 0,33 mC.L⁻¹. Portanto, provavelmente,

nas vazões dos bicos SPE utilizadas nos experimentos 1 e 2, as gotas produzidas tiveram intensidade de carga média abaixo dos 4 mC.L^{-1} necessários para o bom funcionamento do equipamento eletrostático, como afirmado por Chaim (2006). Assim, se não for reduzida a vazão dos bicos SPE para a produção de gotas com a carga certa não valerá a pena o investimento para a aquisição deste equipamento nas pulverizações em citros.

Os resultados de controle do ácaro da leprose no campo e em confinamento e os resultados de cobertura e deposição de calda identificaram que para as condições estudadas todos os volumes de calda avaliados foram suficientes para atingir um bom controle do ácaro da leprose, e consequentemente a redução de seu dano em pomares cítricos. Portanto, é possível a adequação do volume de calda de modo a reduzir o gasto com água e acaricida e aumentar a capacidade operacional da pulverização para o controle do ácaro da leprose sem perda da eficiência.

4. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram conduzidos os experimentos e de acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

- O volume de calda acaricida, aplicado com turbopulverizador convencional, reduzido para até 100 mL.m^{-3} sem a necessidade de aumentar a concentração do produto na calda de pulverização e sem perda da eficiência de controle do ácaro da leprose.
- Volumes de calda acaricida até $22,5 \text{ mL.m}^{-3}$ de copa, aplicado com turbopulverizador eletrostático SPE ligado ou desligado, com correção de dose do acaricida para igual quantidade de ingrediente ativo por hectare que do volume de 100 mL.m^{-3} de copa, tiveram a mesma eficiência para o controle do ácaro da leprose, que volumes de calda iguais ou maiores que 100 mL.m^{-3} de copa utilizando turbopulverizador convencional em condições favoráveis para aplicação (ausência de fruto na planta e alta umidade relativa do ar).
- O turbopulverizador eletrostático SPE ligado não promoveu aumento significativo no controle do ácaro da leprose, provavelmente pela vazão do bico ter sido maior que 700 mL.min^{-1} .
- Maior atenção deve ser dada à pulverização da parte interna e do topo da planta, onde a cobertura e deposição de calda foi menor.
- Todos os tratamentos apresentaram cobertura de calda e deposição do acaricida nas plantas em quantidades suficientes para um bom controle do ácaro da leprose.

REFERÊNCIAS

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal Economic Entomology** 18(2):265-267.
- Albuquerque, F.A., Oliveira, C.A.L., Barreto, M. 1997. Estudos da relação entre as incidências de verrugose da laranja doce e leprose dos citros em frutos de laranja-pêra. **Científica** 25(2): 393-402.
- Barbosa, J.C., Maldonado Júnior, W. 2015. **Experimentação agrônômica e AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: FCAV-UNESP. CD-ROM.
- Bassanezi, R.B. 2001. Aspectos da leprose dos citros. **Fitopatologia Brasileira** 26:246-247. Suplemento.
- Bassanezi, R.B. 2017. **Leprose dos citros**: medidas essenciais de controle. 2. ed. Araraquara: Fundecitrus. 18 p.
- Bastianel, M., Novelli, V.M., Kitajima, E.W., Kubo, K.S., Bassanezi, R.B., Machado, M.A., Freitas-Astua, J. 2010. Citrus leprosis: centennial of an unusual mite-virus pathosystem. **Plant Disease** 94:284-292.
- Bazzo, A.M. 2016. Distribuição intraplanta do ácaro da leprose dos citros e adequação do volume de calda de acaricida para seu controle. 38 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Beard, J.J., Ochoa, R., Braswell, W.E., Bauchan, G.R. 2015. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) species complex (Acari: Tenuipalpidae)—a closer look. **Zootaxa** 3944:1-67.
- Chaim, A. 2006. **Pulverização eletrostática**: principais processos utilizados para eletrificação de gotas. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 18 p.
- Chaim, A., Castro, V.L.S.S., Corrales, F., Glavão, J.A.H., Cabral, O.M.R. 1999. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 34(5):741-747.
- Chiavegato, L.G. 1986. Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 21:813-816.
- Cunningham, G.P., Harden, J. 1998. Reducing spray volumes applied mature citrus tree. **Crop Protection** 17:289-292.
- Decaro, R.A., Decaro Júnior, T.S., Ferreira, M.C. 2013. Influência de produtos fitossanitários e chuvas simuladas na deposição de caldas pulverizadas em mudas de citros. **VI SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação**. Londrina, PR. 2013.

- Fernandes, A.P., Ferreira, M.C., Martinelli, N.M. 2005. Mortalidade do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em função da cobertura de pulverização de acaricidas, com e sem adjuvantes, em mudas de café. **Revista de Agricultura** 80:173-187.
- Fernandes, A.P., Ferreira, M.C., Oliveira, C.A.L. 2010. Eficiência de diferentes ramais de pulverização e volumes de calda no controle de *Brevipalpus phoenicis* na cultura do café. **Revista Brasileira de Entomologia** 54:130-135.
- Ferreira, M.C. 2003. Caracterização da cobertura de pulverização necessária para controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939) em citros. 64 f. **Tese de Doutorado**. Jaboticabal, SP: Universidade Estadual Paulista.
- Fundecitrus. 2017a. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro**. Fundecitrus: Araraquara. 26 p.
- Fundecitrus. 2017b. **Reestimativa da safra de laranja 2017/18 do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro - cenário em dezembro/2017**. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/Reestimativa_da_safra_de_laranja_201718_dezembro.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2018.
- Gitirana Neto, J. 2015. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários na cafeicultura. 60 f. **Dissertação de Doutorado**. Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia.
- Holownicki, R., Doruchowski, G., Godyn, A., Swiechowski, W. 2000. PA-Precision Agriculture: variation of spray deposit and loss with air-jet directions applied in orchards. **Journal of Agricultural Engineering Research** 77:129-136.
- FNP, Consultoria e Comércio. 2017. **Anuário 2017**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo. 432 p.
- Kitajima, E.W., Müller, G.W., Costa, A.S., Yuki, V.A. 1972. Short rod like particles associated with citrus leprosis. **Virology** 50:254-258.
- Lanza, R.M. 2016. Eficácia da pulverização eletrostática no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em pomar de citros. 22 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Magno Júnior, R.G., Teixeira, M.M., Vieira, L.B., Ferreira, L.R., Alvarenga, C.B. 2011. Desenvolvimento de um dispositivo eletrônico para atração de gotas da aplicação eletrostática em plantas cítricas. **Bioscience Journal** 27(5):798-804.
- Maski, D., Durairaj, D. 2010. Effects of electrode voltage, liquid flow rate, and liquid properties on spray chargeability of an air-assisted electrostatic-induction spray-charging system. **Journal of Electrostatics** 68:152-158.
- Matuo, T. 1988. Desenvolvimento de um pulverizador intermitente operado fotoeletricamente para tratamento de pomares de citros. 167 f. **Tese de Livre Docência**. Jaboticabal, SP: Universidade Estadual Paulista.

Musumeci, M.R., Rossetti, V.V. 1963. Transmissão dos sintomas da leprose dos citros pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis*. **Ciência e Cultura** 15:228.

Neves, M.F., Trombin, V.G., Milan, P., Lopes, F.F., Cressoni, F., Kalaki, R. 2010. **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: Markestrat. 137 p.

Oliveira, C.A.L. 1986. Flutuação populacional e medidas de controle do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em citros. **Laranja** 7:1-31.

Oliveira, C.A.L. 1995. Aspectos ecológicos do *Brevipalpus phoenicis*. In: Oliveira, C.A.L., Donadio, L.C. (Ed.) **Leprose dos Citros**. Jaboticabal: FUNEP. p. 37-48.

Oliveira, C.A.L., Campos Neto, R.R., Fernandes, C.B. 1998. Efeito de diferentes volumes de calda no controle do ácaro-da-leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 27(1):117-124.

Oliveira, C.A.L., Matuo, T., Campos Neto, R.R., Santos Junior, J.E., Fernandes, C.B., Toledo, M.C. 2001. Efeito de espalhantes adesivos e volume de calda na eficiência de acaricidas no controle do ácaro da leprose em citros. **Laranja** 22:73-91.

Oliveira, C.A.L., Santos Junior, J.E., Sala, I. 1991. **Ácaro da leprose dos citros**: resultados de 104 ensaios de campo visando a seu controle 1985-1990. Jaboticabal: FUNEP. 56 p. Boletim Técnico.

Palladini, L.A. 2000. Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações. 111 f. **Tese de Doutorado**. Botucatu, SP: Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

Raetano, C.G., Matuo, T. 1999. Efeito da pulverização com turboatomizadores em diferentes condições operacionais no controle de ácaros em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 28(1):131-140.

Ramos, H.H., Garcia, L.C. 2004. Interferência do volume de calda aplicado com diferentes turbopulverizadores sobre o controle do ácaro da leprose em citros. **III Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos**. Botucatu, SP, Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP. 2004. CD-ROM.

Ramos, H.H., Yanai, K., Corrêa, I.M., Bassanezi, R.B., Garcia, L.C. 2007. Características da pulverização em citros em função do volume de calda aplicado com turbopulverizador. **Engenharia Agrícola** 27:56-65.

Rodrigues, G.M. 2016. Pulverização eletrostática de mistura fungicida para o controle da podridão floral dos citros. 34 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Rossetti, V.V. 2001. **Manual ilustrado de doenças dos citros**. Piracicaba: Fealq/Fundecitrus. 219 p.

Sasaki, R.S., Teixeira, M.M., Fernandes, H.C., Monteiro, P.M.B. 2003. Deposição e uniformidade de distribuição da calda de aplicação em plantas de café utilizando a pulverização eletrostática. **Ciência Rural** 43(9):1605-1609.

Scapin, M.S. 2014. Adequação de volume de calda e dose de bactericida cúprico para o controle de cancro cítrico. 32 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Scapin, M.S., Ramos, H.H. 2017. **Manual de tecnologia de aplicação em citros**. Araraquara: Fundecitrus. 27 p.

SPE, Sistema de pulverização eletrostática. 2015. **Catálogo de informações técnicas**. Disponível em: <<http://www.eletrstatico.com.br/produtos>>. Acesso em: 13 fev. 2015.

Willes, T. 1997. Projeto e uso de equipamentos de pulverização agrícola na América Latina. Parte II – Brasil. Anais. **Simpósio internacional de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**, 1. Águas de Lindóia, IAC-UNESP. 1997. p. 16-29.

Xiongkui, H., Aijun, Z., Yajia, L., Jianli, S. 2011. Precision orchard sprayer based on automatically infrared target detecting and electrostatic spraying techniques. **International Journal of Agricultural and biological engineering** 4:35-40. Disponível em: <<https://ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/393/268>>. Acesso em: 22 abr. 2015.