

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**INTERFERÊNCIA DO VOLUME DE PULVERIZAÇÃO NO
CONTROLE DA MANCHA PRETA (*Guignardia citricarpa* Kiely) EM
FRUTOS DE LARANJEIRA ‘VALÊNCIA’**

DEMÉTRIUS DE ARAÚJO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Proteção de Plantas)

BOTUCATU - SP

Agosto – 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**INTERFERÊNCIA DO VOLUME DE PULVERIZAÇÃO NO
CONTROLE DA MANCHA PRETA (*Guignardia citricarpa* Kiely) EM
FRUTOS DE LARANJEIRA ‘VALÊNCIA’**

DEMÉTRIUS DE ARAÚJO

Orientador: Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano

Co-orientador: Dr. Hamilton Humberto Ramos

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Proteção de Plantas)

BOTUCATU - SP

Agosto – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Araújo, Demétrius, 1981-
A6631 Interferência do volume de pulverização no controle da mancha preta (*Guignardia citricarpa* Kiely) em frutos de laranjeira 'Valência' / Demétrius Araújo. - Botucatu : [s.n.], 2008.
vi, 85 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Carlos Gilberto Raetano
Co-orientador: Hamilton Humberto Ramos
Inclui bibliografia.

1. Laranja - Doenças. 2. Agrotóxicos. 3. *Guignardia citricarpa*. 4. Fungos fitopatogênicos. I. Raetano, Carlos Gilberto. II. Ramos, Hamilton Humberto. III. Universidade Estadual Pau-lista "Julio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

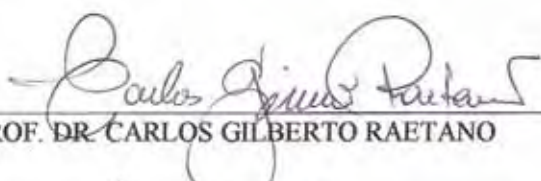
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: INTERFERÊNCIA DO VOLUME DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE DA
MANCHA PRETA (Guignardia citricarpa Kiely) EM FRUTOS DE LA-
RANJEIRA 'VALÊNCIA'

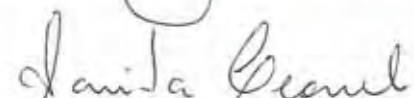
ALUNO: DEMÉTRIUS DE ARAÚJO

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO



PROF^ª DR^ª SARITA LEONEL



PROF. DR. MARCEL BELLATO SPÓSITO

Data da Realização: 08 de agosto de 2008.

DEDICO

*A MINHA MÃE - EDILENE PONTES DE SOUZA -
PELA SUA LUTA CONTINUA NA VIDA PESSOAL E PROFISSIONAL, A QUAL COM SUAS
ATITUDES ME MOSTROU QUE O ESFORÇO, POR MAIS SACRIFICANTE QUE SEJA,
SEMPRE VALE A PENA, MESMO QUE OS RESULTADOS NÃO SEJAM IMEDIATOS.
MULHER QUE SEMPRE ABDICOU DE SUBIR DEGRAUS NA VIDA EM PROL DE AJUDAR
SEUS FILHOS A SUBI-LOS, SEM COBRAR NADA EM TROCA.*

OFEREÇO

A DEUS, QUE ME FORTALECEU E AJUDOU A ENXERGAR QUE OS OBSTÁCULOS
EM MINHA VIDA SURGEM PARA O BEM, ME FAZEM CRESCER E LEVAR
EXPERIÊNCIA DE VIDA ÀS PESSOAS DE BEM QUE ESTÃO AO MEU LADO

EM MEMÓRIA: AO MEU PAI MÁRIO LUÍZ DE ARAÚJO
QUE SE DE ALGUMA FORMA NÃO PUDE AJUDÁ-LO A SUPERAR EM VIDA TODAS
AS DIFICULDADES E FRAQUEZAS COMO EU GOSTARIA, QUE ONDE ESTIVER
POSSA VER QUE SEMPRE ESTIVE LUTANDO POR UMA VIDA MELHOR PARA
TODA A FAMÍLIA E QUE ESSES 26 ANOS DE CONVÍVIO NÃO SE APAGARÃO, POIS
VOU PERPETUAR AS BOAS LEMBRANÇAS.

E NESSE BREVE OFERECIMENTO LHE DESEJO A ÚLTIMA FRASE QUE ME DISSE
EM VIDA: FICA COM DEUS.

AGRADECIMENTOS:

- ❖ À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro à presente pesquisa, tanto através de bolsa como o auxílio para aquisição de bens e despesas de serviços; ressaltando o apoio ininterrupto, a credibilidade e a seriedade da fundação em todos os aspectos ligados ao desenvolvimento de excelência em pesquisa em São Paulo e, conseqüentemente no Brasil.
- ❖ Ao Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS) pelo apoio financeiro quanto à aquisição de materiais de campo e despesas de serviços. Pela grande responsabilidade no desenvolvimento do setor citrícola paulista e brasileiro, nas pesquisas de ponta, difusão e aplicação dos resultados em grande escala, que são fatores chaves para o país ser referência mundial em todos os aspectos da cadeia produtiva do citros.
- ❖ À empresa Fischer S.A. pelo interesse e incentivo a pesquisa, concedendo a fazenda Oriçanga para instalação do experimento, bem como, disponibilizando os produtos fitossanitários, máquinas, mão de obra e toda a atenção por parte do seu corpo técnico.
- ❖ Ao orientador, Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano, por mais uma vez ter aberto as portas para o meu retorno à Faculdade de Ciências Agronômicas (Unesp/FCA), pelo caráter, entendimento e auxílio não só nos aspectos técnicos do trabalho, mas também, pessoais do aluno, bem como, pela confiança creditada a minha pessoa.
- ❖ Ao co-orientador Dr. Hamilton Humberto Ramos, pelas pertinentes idéias, apoio e auxílio a esse projeto; seu entusiasmo e otimismo no desenvolvimento e condução das pesquisas, que contribuíram para aumentar meu interesse pela tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários e, acima de tudo, pelos ensinamentos técnicos desde o ano de 2003, que foram fundamentais para meu crescimento nessa área de trabalho.
- ❖ A todos os funcionários e estagiários do Centro APTA de Engenharia e Automação de Jundiaí/SP que contribuíram à condução do trabalho, no campo e/ou análises laboratoriais; em especial, a Neusa Alves da Silva e João Batista de Almeida tanto pelo freqüente apoio ao trabalho como pelo caráter sincero na amizade desde o início do meu convívio em Jundiaí.

- ❖ Ao grande amigo e colega de graduação Luciano Nardini Gomes e sua família (irmão – Eduardo Nardini Gomes e mãe – Dora Maria Aparecida Nardini Gomes), pelo apoio em várias etapas das minhas passagens pela cidade de Botucatu/SP, principalmente nos meus momentos de dificuldades pessoais, de forma atenciosa e prestativa como pouco tinha visto e que, vou guardar em minha memória com enorme consideração.
- ❖ Ao meu irmão Douglas de Araújo, que vivenciou dificuldades semelhantes as minhas em vários aspectos, mas mesmo assim conseguiu seguir caminhos que levavam as vitórias profissionais e pessoais e assim, indiretamente, me ajuda a enxergar a importância de não abandonar a luta e acreditar em um futuro melhor.
- ❖ À minha namorada Ariele Braga por todas as alegrias que me proporciona, o carinho, apoio e motivação em todos os momentos; fazendo sempre eu acreditar no melhor e que tudo pode dar certo.
- ❖ Ao colega Douglas Sampaio Ribeiro da Rocha pelo bom convívio em Jundiaí, pela ajuda em campo nessa pesquisa e por entender minhas necessidades e tentar ajudar a achar o meu espaço na carreira profissional.
- ❖ Ao colega de pós-graduação Evandro Pereira Prado pelo apoio nas avaliações de campo dessa pesquisa e companheirismo no dia a dia durante meu mestrado.
- ❖ A todos meus familiares e amigos, que de um modo geral, forneceram cada um a sua forma, uma contribuição para a minha formação e desenvolvimento pessoal.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO	5
4 REVISÃO DE LITERATURA	7
4.1 A cultura do citros.....	7
4.2 Mancha preta dos citros – histórico e importância.....	8
4.3 Sintomatologia da mancha preta dos citros.....	10
4.4 Etiologia do patógeno.....	11
4.5 Epidemiologia.....	12
4.6 Controle – ênfase ao método químico.....	14
4.7 Pulverização: volume de aplicação, deposição e resíduo.....	17
5 MATERIAL E MÉTODOS	20
5.1 Hipótese.....	20
5.2 Local.....	20
5.3 Delineamento experimental.....	21
5.4 Pulverizações.....	22
5.5 Amostragem.....	24
5.6 Equação para representação da área dos frutos em função de sua massa..	25
5.7 Dimensionamento das plantas.....	26
5.8 Quantificação da deposição e do resíduo da calda de pulverização.....	26
5.9 Avaliações da incidência e severidade da doença.....	28
5.10 Avaliações da queda de frutos e estimativa da produção.....	31
5.11 Análise estatística.....	33
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6.1 Representação da área dos frutos em função de sua massa	34
6.2 Dimensões das plantas (m ³)	41

6.3 Deposição da calda contendo o íon cobre sobre os frutos.....	41
6.4 Resíduo de calda contendo o íon cobre sobre os frutos no final do intervalo entre pulverizações e do período de proteção da última pulverização.....	45
6.5 Incidência e severidade da doença sobre os frutos (safra 2005-2006).....	49
6.6 Incidência e severidade da doença sobre os frutos (safra 2006-2007).....	56
6.7 Queda de frutos e produção (safra 2005-2006).....	65
6.8 Queda de frutos e produção (safra 2006-2007).....	69
6.9 Considerações finais	73
7 CONCLUSÕES.....	77
8 REFERÊNCIAS.....	78

INTERFERÊNCIA DO VOLUME DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE DA MANCHA PRETA (*Guignardia citricarpa* Kiely) EM FRUTO DE LARANJEIRA ‘VALÊNCIA’. Botucatu, 2008. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: DEMÉTRIUS DE ARAÚJO

Orientador: CARLOS GILBERTO RAETANO

Co-orientador: HAMILTON HUMBERTO RAMOS

1. RESUMO

Em pomares de citros, o controle químico do agente causal da mancha (ou pinta) preta tem merecido destaque pelo excessivo número de pulverizações, elevando sobremaneira os custos de produção. A busca por melhorias na eficiência das pulverizações e reduções na quantidade dos produtos fitossanitários já tem sido realizada, mas os resultados dessa prática ainda não são consistentes para que possa ser aplicado em escala comercial. Sendo assim, esse trabalho objetivou avaliar a interferência da redução nos volumes de pulverização, no controle da mancha preta em frutos cítricos, bem como o efeito do crescimento dos frutos e da precipitação pluviométrica, sobre a deposição da calda com a aplicação de diferentes volumes. Três experimentos foram conduzidos em pomar comercial com plantas de 16 anos de idade, da variedade Valência e antecedentes comprovados da doença, durante as safras 2005/2006 e 2006/2007. Foram avaliados os depósitos das pulverizações sobre os frutos utilizando-se diferentes volumes de calda (experimento 1), a incidência e severidade da doença em duas épocas distintas (experimento 2), bem como a queda dos frutos do início da maturação até a colheita e a produção (experimento 3). Os tratamentos consistiram de três volumes de calda, 3,5; 4,5 e 8,5 L.planta⁻¹, aplicados pelo turbopulverizador Arbus 2000/Export com ramal especial de bicos, utilizando-se fungicidas e

períodos recomendados para o controle da doença, em um total de quatro pulverizações. A quantificação dos depósitos das pulverizações foi por espectrofotometria (íon cobre metálico), após as pulverizações e, da mesma forma, os resíduos ao final dos intervalos entre aplicações. A amostragem dos frutos foi realizada em três alturas (baixo, médio e alto) da planta, na região entre plantas da linha de plantio, com acompanhamento do crescimento dos frutos e precipitação pluviométrica. As avaliações de incidência e severidade da doença ocorreram através de escala diagramática de notas, nas mesmas alturas de amostragem e mais três setores horizontais (entrada, frontal e saída) em dois lados da planta. No geral, verificou-se que não ocorrem diferenças entre volumes quanto à deposição sobre os frutos. Os depósitos foram menores no setor alto da planta da segunda pulverização a diante. As deposições da calda foram significativamente inferiores na primeira aplicação, como consequência do tamanho reduzido do alvo (fruto) e o grande volume de folhas atuando como barreira física. As reduções nas deposições para cada dia de chuva variaram de 2,7 a 6,2%, com a elevação da precipitação média aumentando a perda total e reduzindo esse percentual de variação. Para os parâmetros incidência e severidade da doença, queda de frutos e produção, no geral, não ocorreram diferenças entre os volumes na safra 2005/2006. Na safra 2006/2007 a incidência e severidade da doença foram menores quando as pulverizações foram realizadas com 8,5 L.planta⁻¹ na primeira época de avaliação (pré-colheita), porém na colheita não houve diferenças desses parâmetros quando pulverizados 4,5 ou 8,5 L.planta⁻¹. Nenhum desses tratamentos foi capaz de reduzir a doença no setor alto da planta. Os setores da planta com os frutos mais expostos aos raios solares, lado direito e alto da planta, mostraram maior incidência e severidade da mancha preta dos citros.

Palavras chaves: Tecnologia de aplicação, citros, pulverização

INTERFERENCE OF THE SPRAY VOLUME IN THE CONTROL OF BLACK SPOT (*Guignardia citricarpa* Kiely) IN FRUITS OF 'VALÊNCIA' CITRUS TREE. Botucatu, 2008. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: DEMÉTRIUS DE ARAÚJO

Adviser: CARLOS GILBERTO RAETANO

Co-adviser: HAMILTON HUMBERTO RAMOS

2 SUMMARY

The chemical control of *Guignardia citricarpa* has earned prominence for the high number of sprays, increasing the production costs excessively in citrus orchards. The search for improvements in the spray efficiency and reductions in the amount of agrochemicals, already has been accomplished, but the results of that practice are not still consistent for they be applied in commercial scale. For this, the objectives of the present research was to evaluate the interference of reduction spray volumes in citrus black spot control on fruits, as well as, the fruits growth and rainfall effects, in spray deposition with application of different spray volumes. Three experiments were carried out in commercial citrus orchard with proved antecedents of the disease and plants of sixteen years old of the variety Valencia, in 2005/2006 and 2006/2007 agricultural season. The spray deposition on fruits using different spray volumes (experiment 1), the incidence and severity of the disease in two different times (experiment 2), as well as the fruit drop of the beginning fruit maturation until the harvest and the production (experiment 3), were evaluated. The treatments consisted of three spray volumes: 3,5; 4,5 and 8,5 litres.plant⁻¹, applied by one airblast sprayer (model Arbus 2000/Export) with special manifold of hydraulic nozzles and check treatment (without spray) in the second season. Fungicides and recommended periods for the disease

control were used, totaling four sprayings. The quantification of spray deposition was made for spectrophotometry (ion metallic copper) after sprays and, the same way, the residues at end of the intervals among applications. The fruits sampling was accomplished in three heights of the plant (low, middle and top) placed among plants in line plantation, with entourage of fruit growth and rainfall. The evaluations of disease incidence and severity were realized by diagrammatic scale of notes, in the same sampling heights and more three horizontal sections (entrance, frontal and outlet) in two sides of the plant. In general, it was verified that did not obtained differences between the volumes when compared the spray deposition on fruits. The deposits were smaller in the high section of the plant of the second spray after then. The spray depositions are significantly smaller in the first application, as a consequence of the reduced size of the target (fruit) and the volume of leaves acting as physical barrier. The reduction of spray deposition for each day of rain varied of 2.7 at 6.2%. The elevation of the medium precipitation increasing total loss and reduced that percentile of variation. For the parameters disease incidence and severity, fruit drop and production, in general, it did not obtained differences among the spray volumes in the season 2005/2006. In 2006/2007 agricultural season the disease incidence and severity were significantly smaller when the sprays were made with 8,5 litres.plant⁻¹ in the first evaluation time (preharvest), but in the harvest period there were not differences of those parameters when sprayed at 4,5 or 8,5 litres.plant⁻¹. None of those treatments had capacity to reduce the disease in high section of the plant. The plant sections with the fruits more exposed to the sun's rays, high and right side of the plant, demonstrated larger incidence and severity of black spot disease.

Keywords: technology application, citrus, spray

3 INTRODUÇÃO

Apesar de ocupar posição de destaque no cenário agrícola mundial, com a produção de 17,8 milhões de toneladas de frutas cítricas (FNP, 2007), a citricultura brasileira enfrenta vários problemas de natureza fitossanitária, dos quais a mancha preta dos frutos cítricos vem trazendo sérios prejuízos ao setor e está disseminada em muitos municípios produtores de citros. A mancha preta, também designada como pinta preta, é uma doença causada pelo fungo *Guignardia citricarpa* Kiely. Trata-se de uma doença quarentenária, fato esse que eleva sobremaneira os prejuízos quando ocorre em plantações e carregamentos que visam a exportação dos frutos cítricos a países isentos do fungo.

Essa doença afeta tanto a aparência dos frutos, tornando-os inviáveis à venda para o mercado de frutas frescas e, em condições favoráveis ao fungo, ocasiona a queda precoce dos frutos, gerando grandes prejuízos à produção.

A cultura dos citros possui um longo período de suscetibilidade a essa doença, em torno de até 24 semanas após a queda das pétalas da florada/formação inicial dos frutos (chumbinho) e, no geral, as principais tentativas de controle nesse período têm sido através de pulverizações fungicidas em períodos pré-estabelecidos. O número de pulverizações para a mancha preta e a severidade da doença tem aumentado nos

pomares do Estado de São Paulo, o que tem elevado excessivamente os custos de produção e, frequentemente, não tem proporcionado a eficácia desejada de controle.

Pulverizações com volumes significativamente altos ($L\cdot ha^{-1}$ ou $L\cdot pl^{-1}$) ainda são bastante freqüentes nos pomares brasileiros, apesar de relatos em que o volume de pulverização não tem relação direta com a eficácia no controle (RAMOS, 2004; RAMOS et al., 2007). Ainda é ínfima a quantidade de trabalhos onde se estuda como e até quanto é possível reduzir esses volumes de forma eficiente para o controle da mancha preta dos frutos cítricos.

Tal como ocorre no controle da mancha preta, uma quantidade suficiente de depósito do íon Cu^{+2} deve estar presente sobre os frutos para protegê-los, durante todo o período de suscetibilidade à doença. Essa quantidade de cobre não é atualmente conhecida, porém a incidência/severidade da doença, queda de frutos e produtividade do pomar tratado possibilitam averiguar se a deposição da pulverização foi ou não adequada.

Resultados de trabalhos recentes visando o controle de mancha preta dos citros (ARAÚJO et al., 2008; RAMOS et al., 2004, 2008a, 2008b, 2008c), têm gerado dúvidas sobre quais são realmente os valores de redução nos volumes de pulverização que podem ser praticados a campo, sem alterar as concentrações recomendadas do fungicida na aplicação, de maneira a se obter uma deposição nos frutos cítricos suficiente para um controle adequado da mancha preta.

O presente trabalho teve como objetivos: a) avaliar o efeito da redução do volume de calda pulverizado no controle da mancha preta em frutos de laranja 'Valência', mantendo a mesma dosagem do ingrediente ativo por área no tratamento fitossanitário; b) quantificar o íon cobre depositado no fruto após cada pulverização com diferentes volumes de calda e avaliar a redução dos depósitos do fungicida cúprico nos intervalos de aplicações, observando o efeito da precipitação pluviométrica e do crescimento dos frutos na redução da deposição de calda.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A cultura do citros

As plantas cítricas como as do gênero *Citrus*, os kumquats (do *Fortunella*), o trifoliata (do *Poncirus*) e outros gêneros relativos à subfamília Aurantioideae, família Rutaceae, são nativas do sudeste do continente asiático, com ramos filogenéticos que se estendem do Centro da China ao Japão, e do Leste da Índia à Nova Guiné, Austrália e África Tropical (Swingle e Reece, 1967; Scora, 1975; Soost e Cameron, 1975, apud DONADIO et al., 2005).

No Brasil, a cultura foi introduzida pelos portugueses, no começo do século XVI, provavelmente a partir de 1530, quando teve início a colonização. A partir dessa data, foi relatada a presença de plantas cítricas em Cananéia (SP). Sua expansão pelo litoral brasileiro foi rápida e encontrando no Brasil melhores condições para vegetar e produzir do que nas próprias regiões de origem, as plantas cítricas se expandiram para todo o país (DONADIO et al., 2005).

Atualmente, a citricultura no Brasil ocupa posição de destaque mundial, sendo o maior produtor da fruta e exportador de suco concentrado e congelado (Amaro e Silva, citado em DONADIO et al., 2005). No ano de 2006, segundo estimativa, produziu um total de 17,8 milhões de toneladas aproximadamente (FNP, 2007).

As exportações de suco trouxeram para o país aproximadamente US\$ 1 bilhão em 2004 (FNP, 2006). Em relação ao mercado de frutas frescas, em 2004, o Brasil

exportou cerca de 90 mil toneladas de laranja, 37 mil toneladas de limão/lima ácida Tahiti e 18 mil toneladas de tangerinas (Secex em BOTEON e NEVES, 2005). A região Sudeste, sobretudo o Estado de São Paulo, é referência em citricultura e registrou produção em torno de 352,4 mil caixas de laranja (ou 14,377 milhões de toneladas) na safra 2005/06 (FNP, 2007).

As laranjeiras doces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] predominam na maioria dos países citrícolas com, aproximadamente, dois terços dos plantios, ficando o restante para as demais espécies. No Brasil, particularmente no Estado de São Paulo, elas encontram boas condições edafoclimáticas para cultivo o comercial (PIO et al., 2005).

Dentre as variedades mais plantadas no país, a principal é a laranjeira ‘Pêra’, com 37,8% do total, seguida da ‘Natal’ e ‘Valência’, ambas com 23,9% cada uma (POMPEU JUNIOR apud DONADIO et al., 2005). Dessas, a ‘Valência’ é uma variedade que ocupa lugar de destaque entre os produtores, principalmente pela boa produtividade e pelo tamanho adequado dos frutos. Essa variedade produz frutos que se prestam aos três tipos de comercialização disponíveis: exportação de fruta fresca, mercado interno e suco concentrado congelado.

4.2 Mancha preta dos citros – histórico e importância

A primeira descrição oficial da mancha (ou pinta) preta dos citros, foi feita por Benson (1895) apud Paul et al. (2005), sobre frutos doentes com origem de áreas produtoras de citros dentro de Nova Gales do Sul, na Austrália. Ele publicou desenhos de frutos doentes, mas não estudou o organismo causal. Segundo Sutton e Waterston (1966) esses relatos descreviam perdas consideráveis em frutos de laranja ‘Valência’, tanto em fase de pré quanto em pós-colheita. Na África do Sul teve seu primeiro relato em 1929 em áreas ao redor de Pietermaritzburg (DOIDGE, 1929 apud PAUL et al., 2005).

A doença foi também relatada em diversos outros países da África como Quênia, Moçambique, Zimbábue, Zâmbia (European Union, 1998 apud PAUL et al., 2005) e Nigéria (BAAYEN et al., 2002); da Ásia – China, Indonésia (European Union, 1998 apud PAUL et al., 2005), Filipinas, Taiwan (TIMMER, 2000) e Hong Kong (MENDES e FREITAS, 2005); da Oceania – Nova Zelândia e Vanuatu, além de Austrália (MENDES e FREITAS, 2005), e América do Sul – Uruguai, Venezuela (TIMMER, 2000), Argentina, Peru (PERES e TIMMER, 2003 apud REIS et al., 2006) e Brasil (SACCA apud

FEICHTENBERGER, 1996). A doença é de relevante importância econômica na Austrália e África do Sul (MENDES e FREITAS, 2005) e principalmente no Brasil (FEICHTENBERGER, 1996; FEICHTENBERGER et al., 2005; GUILARDI et al., 2004).

No Brasil, há relatos da sua ocorrência inicial no Estado de São Paulo, a partir de frutos cítricos provenientes de feira livre no município de Piracicaba, entre 1938 e 1940 (SACCA, apud FEICHTENBERGER, 1996). No início da década de 80, sua ocorrência foi relatada no estado do Rio de Janeiro, atingindo vários municípios produtores da Baixada Fluminense (Robbs et al., em FEICHTENBERGER, 1996). No Estado de São Paulo, somente em 1993, a doença foi encontrada de forma endêmica em pomares de limões verdadeiros e laranjas-doces de maturação tardia, em uma importante região citrícola, compreendida pelos municípios de Conchal e Engenheiro Coelho (GOES e FEICHTENBERGER, 1993). Desde então, a evolução e distribuição geográfica da doença deram-se de forma bastante rápida.

A doença já foi relatada afetando plantios comerciais de citros em vários estados do país, como Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás, Espírito Santo, Santa Catarina e Amazonas (FEICHTENBERGER et al., 2005). No Estado de São Paulo essa doença ocorre em vários municípios produtores.

Com exceção da limeira ácida ‘Tahiti’ (*C. latifolia* Tanaka), da laranjeira ‘Azeda’ (*C. aurantium* L.) e seus híbridos, todas as variedades comerciais são suscetíveis, afetando todas as variedades de laranjeiras (*Citrus sinensis* L. Osbeck), principalmente, as de maturação média-tardia (‘Pêra’) a tardias (‘Valência’ e ‘Natal’), (SCHINOR et al., 2002). Além dessas variedades, essa doença é também de importância relevante aos limões verdadeiros [*Citrus limon* (L.) Burm.f.], que possuem papel fundamental no início das epidemias da doença (Kotzé, 1981), aos pomelos (*Citrus paradisi* Macfad.), algumas variedades de tangerinas como a ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco), ‘Cravo’ (*Citrus reticulata*) e ‘do Rio’ (*Citrus deliciosa* Ten.), Lima da Pérsia (*Citrus limettioides* Tanaka) e tangor, especialmente o ‘Murcott’ [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *C. reticulata* Blanco].

A doença não foi registrada em áreas produtoras de citros do Mediterrâneo e países Europeus (TIMMER, 2000), incluindo Grécia, Israel, Itália, Espanha, Portugal, França e Turquia (BAAYEN et al., 2002). Ela não ocorre no Chile e nas áreas produtoras de citros dos Estados Unidos (Cook, 1975; Kotze, 1981; European Union, 2000c; BAAYEN et al., 2002 apud PAUL et al., 2005). Portanto, um fato extremamente importante é

que, trata-se de uma doença quarentenária, fato esse que eleva sobremaneira os prejuízos, já que impede as exportações de frutas frescas a países isentos do fungo. Importância ressaltada por Boteon e Neves (2005), onde além da concorrência, outro grande entrave às exportações de laranja/tangerina são as barreiras fitossanitárias da União Européia.

Além disso, grandes perdas resultam também da queda precoce dos mesmos que, sob condições favoráveis para a doença, pode exceder cerca de 80% da produção da planta. Dada a possibilidade da contaminação microbiológica, normalmente estes frutos caídos tornam-se rejeitados pela indústria, aumentando significativamente os prejuízos; apesar da doença praticamente não alterar os padrões tecnológicos do ponto de vista industrial (FAGAN e GÓES, 2000). Embora a abscisão dos frutos possa estar relacionada ao aumento endógeno do teor de etileno, de acordo com Fagan e Góes (1999), existe uma alta correlação entre níveis de severidade da doença e porcentual de queda dos frutos. Entretanto, às vezes, mesmo com poucas lesões nos frutos, pode ocorrer a queda dos mesmos, levando a suspeitar do efeito de infecções ocorridas no pedúnculo dos mesmos (KOTZÉ, 1996).

4.3 Sintomatologia da mancha preta dos citros

Os sintomas da mancha preta, embora possam ser verificados em folhas e no pedúnculo dos frutos, são excepcionalmente raros nesses tecidos; sendo uma doença quase que exclusivamente de frutos (KOTZÉ, 1981). De acordo com Laranjeira et al. (2005a), há uma grande variação nos sintomas, dependendo da fase fenológica dos frutos e das condições climáticas, e seis tipos de sintomas podem ocorrer nos frutos cítricos:

a) Manchas duras: São as mais comuns e típicas da doença, que em geral, aparecem quando os frutos iniciam a maturação. Em frutos verdes, um halo amarelado aparece circundando as lesões. Em frutos maduros, um halo verde aparece ao redor das lesões, que apresentam o centro deprimido de cor-marrom claro ou cinza-escuro e os bordos salientes de coloração marrom-escuro. No centro das lesões aparecem pequenas pontuações negras, que se constituem nos picnídios do fungo;

b) Manchas de falsa melanose: São lesões minúsculas, escuras e numerosas, que em geral aparecem quando os frutos estão ainda verdes. São assim

denominadas pelo fato de apresentarem certa semelhança com as lesões de melanose (*Diaporthe citri*), embora sejam lisas e não ásperas como aquelas.

Os dois sintomas descritos acima são considerados os mais comuns, segundo Kotzé (1981, 1988) apud Spósito et al. (2004). Assim desenvolveu-se uma escala diagramática de notas, abrangendo esses dois tipos prevaletentes de sintomas, para padronizar as avaliações da severidade da doença no campo (SPÓSITO et al., 2004).

Os outros quatro sintomas possuem as seguintes denominações: mancha sardenta; mancha virulenta; mancha trincada e mancha rendilhada.

Os sintomas quando se manifestam em folhas, ramos e espinhos, apresentam lesões muito semelhantes às do tipo mancha dura em frutos, apresentando o centro necrótico deprimido de cor cinza, os bordos salientes marrom-escuro, um halo amarelado ao redor das lesões, e frutificações (picnídios) do fungo no centro das lesões (TIMMER, 2000).

As lesões nos frutos restringem-se praticamente à casca, sem atingir o albedo e, dessa forma, prejudicam a aparência dos frutos, inviabilizando a sua comercialização para o mercado de frutas frescas (McONIE, 1967). Sabe-se que sintomas em níveis mais severos, normalmente, estão associados à elevação de temperatura por ocasião da maturação dos frutos, maior incidência de raios solares nos frutos mais expostos, estresse hídrico e debilidade das plantas (KOTZÉ, 1981).

4.4 Etiologia do patógeno

A fase sexual do patógeno (teleomorfa) foi descoberta por Kiely em 1948, em Nova Gales do Sul (Austrália), e ele a nomeou de *Guignardia citricarpa* Kiely (KOTZÉ, 1981).

Guignardia citricarpa é um fungo do phylum ascomiceto, da ordem Dothideales e família Botryosphaeriaceae; tendo *Phyllosticta citricarpa* McAlpine como anamorfo (MENDES e FREITAS, 2005). Diversos autores isolaram espécies de *Phyllosticta* de material aparentemente sadio, descrevendo-as como endófitas. Conforme Timmer et al. (2000), o anamorfo do patógeno da mancha preta foi por muitos anos conhecido como *Phoma citricarpa* Mc Alpine, mas o nome foi modificado para *Phyllosticta citricarpa* (McAlpine) Van der Aa.

Ascomas (pseudotécios) de *G. citricarpa* ocorrem sobre folhas caídas e em decomposição. Eles não tem sido encontrados sobre frutos ou em lesões sobre folhas atacadas (TIMMER, 2000). Conforme Sutton & Waterson (1966) citados por Feichtenberger (1996), *G. citricarpa* produz, na fase assexual, picnídios em lesões de frutos, folhas e seus pecíolos e, ocasionalmente, no pedúnculo de frutos, mas também, em grande número de folhas mortas.

A confusão circundando a identidade do patógeno da mancha preta e seu espectro de hospedeiros havia sido esclarecida em 1964, com a existência de dois isolados morfológicamente idênticos de *G. citricarpa*. Um deles, agente causal da mancha preta do citros, e o outro de ocorrência endofítica causando infecções sem sintomas em várias plantas. Em trabalhos recentes de Baayen et al., 2002; Glienke-Blanco et al., 2002; Bonants et al., 2003 citados por Mendes e Freitas (2005), *Guignardia mangiferae* A.J. Roy [*P. capitalensis* Henn- anamorfo] foi a denominação dada ao biótipo endofítico presente em várias plantas hospedeiras, com base em testes de DNA e características culturais e morfológicas.

4.5 Epidemiologia

Segundo Laranjeira et al. (2005a), os dois tipos de esporos (sexuais e assexuais) reproduzidos pelo fungo podem colonizar os tecidos do hospedeiro, mas sua importância relativa depende das condições edafoclimáticas e do manejo do pomar cítrico. Os esporos sexuais (ascósporos) desenvolvem-se nas folhas em decomposição e são disseminados pelo vento; os esporos assexuais (picnidiósporos) formam-se nas lesões em folhas, frutos e ramos, sendo disseminados pela chuva, principalmente pelo escorrimento do orvalho.

Os ascósporos se desenvolvem no período de 40 a 180 dias depois da queda das folhas ao solo. Sua produção é favorecida pela alternância entre os períodos de molhamento e seca das folhas, condição essa bastante freqüente durante a estação chuvosa do ano (FEICHTENBERGER, 1996). Os picnidiósporos somente são disseminados a curtas distâncias (KOTZÉ, 1963 apud FEICHTENBERGER, 1996). Segundo os mesmos, são produzidos em picnídios e emergem através de um ostíolo, envolvidos por uma substância mucilaginosa. A água, passando sobre a superfície dessas estruturas, solubiliza a substância mucilaginosa que envolve os picnidiósporos e os carrega em suspensão até a superfície dos

órgãos suscetíveis localizados abaixo, onde novas infecções podem ser iniciadas (KIELY, 1948 apud FEICHTENBERGER, 1996).

O período de suscetibilidade dos frutos corresponde desde a queda das pétalas até cerca de 20-24 semanas após (KLOTZ, 1978) e, posteriormente, os frutos tornam-se resistentes (KELLERMAN; KOTZÉ, 1977).

Não existe um consenso sobre quais das formas, entre picnidiósporos e ascósporos, mostram-se de maior importância uma vez que a doença já tenha sido estabelecida. McOnie (1964) apud Laranjeira et al. (2005a) relatou em Taiwan uma maior importância epidemiológica dos picnidiósporos produzidos nas folhas caídas; o mesmo, no entanto, defende o ponto de vista de que os ascósporos são os principais propágulos do patógeno e que os esporos do estágio assexuado têm relativamente pouca importância na evolução da doença. Para as condições da África do Sul, os ascósporos constituem-se na principal fonte de inóculo (KOTZÉ, 1981). Conforme esse pesquisador, frutos cítricos iniciam o amadurecimento na África do Sul durante o outono e inverno, e frutos com lesões e picnídios são geralmente removidos das árvores um mês antes da nova estação de formação de frutos; além disso, picnidiósporos não possuem mecanismo especial de lançamento na atmosfera, e se ocorrem sobre folhas mortas no solo, podem alcançar os frutos suscetíveis somente pelos respingos de pingos da chuva. Ainda segundo Kotzé (1981), picnidiósporos podem ser uma fonte de inóculo onde frutos temporões (frutos maduros na planta fora da estação de colheita) ou frutos colhidos tardiamente com lesões, permanecem sobre as árvores após florescimento e formação (fixação) dos frutos da próxima safra, mas tais situações raramente acontecem na África do Sul, onde a fruta é produzida para fins de exportação.

No Brasil, em particular no Estado de São Paulo, dada a possibilidade de surtos de floradas e coexistência de frutos de diferentes tamanhos e idade, associadas a chuvas frequentes nos períodos de suscetibilidade dos frutos, aparentemente ambas fontes de inóculo contribuem para o incremento da doença (FEICHTENBERGER, 1996).

Uma importante característica dessa doença é o longo período latente após infecção (KOTZÉ, 1981). O processo da infecção ao aparecimento de sintomas, constitui-se basicamente dos seguintes passos (McONIE, 1967 apud FEICHTENBERGER, 1996): os esporos germinam na superfície de órgãos suscetíveis, produzindo estruturas de fixação denominadas apressórios. Uma delgada hifa de infecção é formada a partir do

apressório, penetrando através da cutícula, e formando uma pequena massa de micélio entre a cutícula e a epiderme. Nessa forma de micélio subcuticular quiescente, o fungo pode permanecer dormente até por doze meses. Conforme McOnie (1964) apud Laranjeira et al. (2005a) esse período de dormência pode ser interrompido com a maturação do fruto ou com a ocorrência de clima favorável ao patógeno, geralmente quando a temperatura ultrapassa 21 °C. Por essa razão, os sintomas, muitas vezes, desenvolvem-se somente ao término do inverno e até mesmo, após a colheita dos frutos.

Assim, o aparecimento de sintomas nas fases de pós-colheita é mais um agravante dessa doença, pois tem se verificado que frutos mesmo após seleção e tratamentos pós-colheita rigorosos, tem exibido sintomas na fase de transporte e durante armazenamento, no local de destino. E por ser uma doença quarentenária, a presença de uma única lesão em um fruto amostrado implica na suspensão do desembarque de todo um carregamento no país de destino, isento da mancha preta. Dessa forma, o conhecimento dos mecanismos envolvidos na expressão dos sintomas dessa doença e a determinação de alternativas que viabilizem a sua supressão, se tornam de importância relevante, podendo significar a possibilidade de continuidade da exportação e o resgate do potencial de exportação de frutos “in natura” pelas empresas brasileiras.

Recentemente, a importância da reação de PCR no diagnóstico rápido da doença é discutida por Bonants et al. (2003) apud Mendes e Freitas (2005). A vantagem da reação de PCR é que, ao se usar “*primers*” específicos, pode se detectar somente o biótipo virulento do patógeno nas estações quarentenárias.

4.6 Controle – ênfase ao método químico

O controle da mancha preta dos frutos cítricos iniciou-se de forma sistemática a partir da década de 50, na Austrália e na África do Sul. Os primeiros produtos químicos referidos como eficientes no controle da mancha preta foram os fungicidas cúpricos, especialmente o oxiclureto de cobre e calda bordalesa, os quais mostravam-se como os mais práticos e econômicos (CALAVAN, 1960). Na década de 60 foram introduzidos os fungicidas ditiocarbamatos, que passaram a ser amplamente adotados, pois, além de proporcionarem bom controle da doença, não apresentavam efeito deletério à aparência externa da casca dos frutos, comum com o uso intensivo dos produtos cúpricos.

Entretanto, a partir dos anos 70, com advento dos fungicidas sistêmicos foi que, realmente, se verificou o maior sucesso no controle da doença. No caso da África do Sul, além da elevada eficiência de controle, ao invés de 4 ou 5 aplicações com fungicidas ditiocarbamatos, como regularmente vinham sendo realizadas, apenas uma única aplicação de benomyl (grupo químico dos benzimidazóis) associado com óleo mineral era suficiente para o controle efetivo da doença (KOTZÉ, 1981). Porém, na metade da década de 1980, foi constatado na África do Sul a presença de linhagens de *G. citricarpa* resistentes aos benzimidazóis (HERBERT e GRENCH, 1985), provocando mudanças nas estratégias até então empregadas com sucesso no controle da doença. Dentre as alterações incluiu-se o retorno ao uso dos fungicidas protetores, principalmente os ditiocarbamatos e cúpricos. Desde então, vários produtos químicos têm sido testados com vistas a minimizar as perdas e aumentar a eficiência de controle da doença. Dentre os novos grupos de fungicidas testados inclui-se os pertencentes às estrobilurinas que, especialmente na África do Sul, têm mostrado resultados altamente promissores (SCHUTTE et al., 1996; TOLLIG et al., 1996).

O controle da mancha preta dos citros nos pomares brasileiros, via de regra é feito por meio de pulverizações com fungicidas, iniciando-se na fase de queda das pétalas das flores e desenvolvimento inicial do fruto (chumbinho). Segundo o FUNDECITRUS (2005) devem-se pulverizar todos os talhões que apresentam plantas com sintomas de mancha preta, independente da intensidade da doença, e o número de pulverizações pode variar geralmente de dois a cinco por ano, em função do histórico da doença na área, das condições ambientais, da suscetibilidade da variedade ou cultivar, do destino da produção e dos tratamentos fungicidas utilizados; iniciando-se o controle sempre após a queda de pétalas das flores. Dentre os fungicidas recomendados, encontram-se os protetores ou de contato, como aqueles a base de cobre (sulfato de cobre, hidróxido de cobre, oxiclureto de cobre e óxido cuproso) e ditiocarbamatos (mancozeb e propineb), e os sistêmicos do grupo dos benzimidazóis (carbendazin e tiofanato metílico) e das estrobilurinas (pyraclostrobin, azoxystrobin, trifloxystrobin). Os fungicidas devem ser misturados com óleo vegetal ou mineral a 0,5%. A aplicação de produtos cúpricos deve ser feita em intervalos de quatro semanas e aquelas com benzimidazóis ou estrobilurinas, mesmo em mistura com protetores, deve ser feita em intervalos de seis semanas.

Laranjeira et al. (2005b) relataram que, o controle químico dessa doença depende, principalmente, do destino final da produção: exportação, mercado interno, mercado de fruta fresca, ou processamento industrial. Feichtenberger et al. (2005) descreveram que, quando a fruta destina-se ao processamento industrial para a produção de suco, o controle pode ser realizado com o uso somente de fungicidas à base de cobre misturados com óleo mineral ou vegetal. No caso de pomares que produzem frutas para exportação ou para o mercado interno de frutas frescas, os produtos à base de cobre em mistura com óleo devem ser usados somente nas primeiras pulverizações, devido a problemas de fitotoxicidade e também, por tornarem mais evidentes manchas, lesões e injúrias por outras causas (bióticas ou abióticas). Nas demais pulverizações devem-se utilizar benzimidazóis ou estrobilurinas misturadas com óleo emulsionável. Como o uso continuado e inadequado desses fungicidas pode provocar o desenvolvimento de resistência do fungo aos produtos, recomenda-se não realizar mais do que duas pulverizações por safra com fungicidas de mesmo grupo químico. Recomenda-se também que esses fungicidas sejam utilizados alternadamente, ou em misturas com produtos de contato que apresentam baixo risco de desenvolvimento de resistência.

Essas pulverizações para o controle da mancha preta acarretam aumentos significativos nos custos de produção e impactos desfavoráveis na rentabilidade, justificando a necessidade de atenção com a operação. Segundo a FNP (2006), o custo total de produção da laranja passou de US\$ 1,67/cx em 2003, para US\$ 3,48/cx em 2005, onde o fator que mais se destaca para ocorrência dessa alta é o aumento geral no custo dos insumos, principalmente produtos fitossanitários. A incidência de doenças como o “huanglongbing” (ex-greening) e a mancha preta vêm crescendo ano a ano no Brasil. Somados, apenas esses tratamentos fitossanitários, equivalem a 20% do custo total de produção, sendo os gastos com mancha preta avaliados em US\$ 0,46/cx. Em estimativa do custo de produção de laranja para indústria na safra agrícola 2003/04, verifica-se que, na região norte do Estado de São Paulo, duas pulverizações específicas para mancha preta acarretam elevação de 12,2% no custo operacional total, e na região sul o aumento é pouco maior, 13,1% (GUILARDI et al., 2004).

4.7 Pulverização: volume de aplicação, deposição e resíduo

Apesar de a aplicação de produtos fitossanitários constituir prática comum para a maioria dos citricultores, algumas noções básicas, responsáveis por sua eficiência, permanecem desconhecidas por boa parte dos técnicos, produtores e trabalhadores rurais, o que acarreta desperdícios consideráveis de produtos, máquinas e mão-de-obra (RAMOS, 2004).

Quando se pensa em pulverização, muitas vezes, ainda se associa a eficácia do controle única e exclusivamente com o volume de aplicação, desconsiderando-se os demais fatores (alvo a ser atingido, características do produto fitossanitário, a máquina, o momento da aplicação e as condições ambientais) envolvidos nessa eficácia. Na citricultura, de um modo geral, ainda predominam as pulverizações que preconizam a visualização do escoamento da calda sobre a copa.

De acordo com Ramos et al. (2007) deve-se compreender que o produto que efetivamente controla a praga (praga, doença ou planta daninha) é aquele que atinge o alvo. Quanto menor a diferença entre o volume na ponta de pulverização e sobre o alvo, maior a economia na aplicação e mais eficaz e econômico se torna o tratamento fitossanitário.

Raetano (1996) afirma que o sucesso no tratamento fitossanitário não depende somente do volume aplicado, mas também da forma como a calda é distribuída sobre a superfície das plantas (cobertura).

A deposição e distribuição de produtos químicos dependem de fatores como: tamanho de planta, deriva, tamanho de gota, densidade da copa, forma e volume de planta, volume d'água pulverizado, velocidade de deslocamento do pulverizador, vento, tipo de equipamento, volume e velocidade de saída de ar do pulverizador, distância do pulverizador até o alvo e combinação de bicos no pulverizador em relação à planta (BYERS, 1987).

O aumento da deposição e cobertura de pulverização na citricultura, tanto com o uso de pistolas de pulverização como turbopulverizadores, tem sido buscado mediante o uso de volumes altos de calda e, com isso, Ramos et al. (2005) relatam que a capacidade operacional dos pulverizadores (área tratada/ hora de trabalho) é bastante baixa,

resultando na necessidade de investimentos em um número maior de pulverizadores por área ou em sistemas de transporte da água para abastecimento dos pulverizadores, elevando o custo da operação. Todavia, Ramos et al. (2007) afirmam que, em diversos trabalhos realizados com turbopulverizadores no Estado de São Paulo, avaliando a eficácia do controle de pragas e doenças com diferentes formas de uso deste equipamento, os resultados têm confirmado que, para este tipo de pulverizador, a eficiência não está diretamente relacionada ao volume de calda, mas sim a forma como se realiza a sua regulagem.

Na Austrália, Beattie et al. (1989), mediante estudos comparativos da eficiência entre pulverizadores com capacidade para aplicação de calda, a médio e alto volume (turbopulverizador convencional a 4500-6750 L.ha⁻¹), a alto volume (pulverizador de barras oscilantes a 9000 L.ha⁻¹) e baixo volume (pulverizador com bicos rotativos tipo gaiolas (500-670 L.ha⁻¹) constataram que a última modalidade de aplicação mostrou-se significativamente inferior, ao se avaliar a quantidade de frutos não comercializáveis quanto à presença da doença mancha preta. Essa diferença foi atribuída à deposição variável das pulverizações fungicidas e volume de pulverização. Sendo que o fungicida foi aplicado em uma mesma taxa para todos os tratamentos.

Ramos et al. (2004) vem conduzindo alguns trabalhos nessa área para o controle da mancha preta. Ao avaliar a deposição da calda sobre frutos cítricos jovens em função de três volumes de aplicação (5, 7 e 9 L.planta⁻¹) e três tamanhos de gota (DMV – 100, 150 e 200 µm), observou diferenças significativas nos depósitos das pulverizações. No entanto, ao final do mesmo ensaio quando avaliou controle da doença, pelo estabelecimento de uma escala de notas, não observou diferença significativa entre esses tratamentos, mas apenas entre frutos tratados e não tratados (testemunha).

Na mesma pesquisa, foi também avaliada a redução na quantidade de cobre depositada sobre os frutos, por um período de 21 dias, simulando um intervalo entre aplicações. Onde se evidenciou que o estágio inicial de desenvolvimento dos frutos cítricos da variedade Valência é uma fase bastante complicada para a utilização de produtos preventivos, principalmente os de baixa translocação e redistribuição, uma vez que o fruto no período analisado teve um aumento de 2,8 vezes, ou 176%, em seu diâmetro médio, em relação ao momento da aplicação. Levando-se em consideração que a área do fruto é função quadrática do diâmetro, tal aumento em diâmetro representa uma elevação de 7,6 vezes, ou 662%, na área

do fruto, o que pode proporcionar uma redução na cobertura inicial, por melhor que ela seja, criando condições para a instalação da *G. citricarpa*. Além disso, em todos os tratamentos avaliados (três volumes de pulverização – 5, 7 e 9 L.planta⁻¹ e, três diâmetros medianos volumétricos de gotas – 100, 150 e 200 µm), a redução da quantidade de cobre no fruto foi de 57% em média aos 21 dias após a pulverização, quando comparada à deposição inicial. O outro fator relevante para essa redução foi que neste período, ocorreram na área experimental 11 períodos de chuvas, totalizando 147 mm.

Em outro experimento, também avaliando a deposição em frutos com volumes de 1 a 6 L.planta⁻¹, Ramos et al. (2008a) verificou que reduções no volume de aplicação para até 3 a 4 L.planta⁻¹ são possíveis reduzindo-se proporcionalmente também a quantidade de produto a ser colocada no tanque do pulverizador (doses em concentração), sem prejuízo à quantidade de calda retida pelo fruto e conseqüentemente ao controle, porém pesquisas visando analisar a eficácia biológica da utilização de tais volumes eram ainda necessárias.

Os mesmos volumes de calda, 1 a 6 L.planta⁻¹, ao serem avaliados tanto quanto a deposição sobre os frutos (ARAÚJO et al., 2008), como em relação a área coberta (%) – Ramos et al., 2008b – e a eficiência no controle da doença (RAMOS et al., 2008c), forneceu resultados de cobertura dos frutos semelhantes ao do experimento de deposição descrito anteriormente, com as reduções se tornando significativas próximo e abaixo do volume de 3 L.planta⁻¹. Nesse caso, a deposição foi crescente em função do aumento de volume. Todavia, mais uma vez os resultados de controle da doença (incidência e severidade) não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos, exceto entre aqueles com frutos pulverizados e não pulverizados (RAMOS et al., 2008c).

Nos ensaios de avaliação da doença conduzidos por Ramos et al. (2008c) os frutos analisados ficaram expostos à infecção somente 20 dias após a pulverização, onde ao término desse período foram ensacados (saco de papel cristal) e assim mantidos até a maturação. Supõe-se que o método de ensacamento dos frutos não foi adequado, pela inexistência de diferenças entre os tratamentos onde ocorreram pulverizações, mesmo com o experimento sendo realizado em área com alta presença de inóculo RAMOS¹ (2006).

¹ Dr. Hamilton Humberto Ramos – pesquisador científico VI do Centro APTA de Engenharia e Automação/IAC – Jundiaí /SP. Comunicação pessoal, 2006.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Hipótese

A partir do volume de calda convencionalmente utilizado em pomar comercial de citros ($8,5 \text{ L.planta}^{-1}$) foram selecionados os volumes de $3,5$ e $4,5 \text{ L.planta}^{-1}$, com o propósito de averiguar a redução do volume na eficiência da deposição da pulverização e eficácia no controle da mancha (ou pinta) preta. Para isso, foram consideradas as averiguações preliminares de Araújo et al. (2008) e Ramos et al. (2008a, 2008b, respectivamente), onde partindo do volume de $6,0$ até $4,0 \text{ L.planta}^{-1}$, não constataram diferenças significativas nas deposições e coberturas das pulverizações, utilizando a mesma variedade cítrica (Valência) dessa pesquisa.

5.2 Local

Três experimentos foram conduzidos no município de Mogi Guaçu-SP ($22^{\circ}18'03''\text{S} - 47^{\circ}00'34''\text{W}$), durante as safras 2005/06 e 2006/07, em pomar comercial da variedade Valência com 16 anos de idade, plantado em espaçamento de $7,5 \times 3,5 \text{ m}$, com histórico confirmado de ocorrência da mancha preta nesta propriedade.

Para as pulverizações foi selecionado um talhão homogêneo, o qual foi dividido em doze parcelas, cada parcela constituída de sete ruas de plantio, onde cada tratamento a ser avaliado foi formado de quatro parcelas aleatórias. Para as avaliações propriamente ditas, foram utilizadas três ruas centrais da parcela, e as duas de cada

extremidade mantidas como bordadura para proteção contra qualquer interferência entre os volumes pulverizados e áreas de plantio vizinhas. Para a segunda safra (2006/07) foi adicionada uma área testemunha (sem pulverização), no mesmo talhão experimental.

5.3. Delineamento experimental

Experimento 1

Para avaliação da deposição/resíduo de cobre sobre frutos cítricos, um experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, e os tratamentos para análise estatística da deposição distribuídos no esquema do tipo parcela sub subdividida 3 x 3 x 4 (três volumes de pulverização: 3,5; 4,5 e 8,5 L.planta⁻¹ combinados a três posições de amostragem na planta: baixo, médio e alto – na região entre plantas do plantio – em quatro épocas de avaliação) com 20 repetições por tratamento.

Cada parcela foi constituída por 7 linhas de plantio (três linhas de plantio centrais e outras bordadura), com aproximadamente 70 plantas por linha, onde foram selecionados, ao acaso, 4 parcelas por tratamento e 5 plantas por parcela para proceder as avaliações dos depósitos/resíduos da substância traçadora.

Experimento 2

Para avaliação do controle da doença foram utilizados os parâmetros incidência e severidade da doença (calculada pelo índice de doença – IDO), conduzindo então, um segundo experimento no delineamento inteiramente casualizado e, os tratamentos distribuídos no esquema 3 x 2 x 3 x 3 (três volumes: 3,5; 4,5 e 8,5 L.planta⁻¹ combinados à pulverização realizada dos dois lados da planta: direito (maior insolação) e esquerdo e avaliado em três setores horizontais na planta – entrada, frontal e saída – e em três setores verticais – baixo, médio e alto) com quatro repetições. As parcelas apresentaram as mesmas dimensões do experimento 1, porém foram selecionadas, ao acaso, 3 plantas por parcela. Nesse experimento (safra 2006/2007) houve a inclusão da testemunha dentro do fator volume (valor zero), adotando-se o seguinte esquema fatorial: 4 x 2 x 3 x 3.

Experimento 3

Um terceiro experimento foi conduzido na mesma área experimental para se avaliar, a queda de frutos devido ao nível de ocorrência da doença, no delineamento inteiramente ao acaso com parcela subdividida, no esquema 3 x 7 (três volumes de pulverização: 3,5; 4,5 e 8,5 L.planta⁻¹ combinados a sete períodos de contagem dos frutos caídos – subparcela). Na segunda safra, também se fez a inclusão da testemunha (volume zero) ao experimento modificando o esquema de distribuição dos tratamentos para 4 x 7.

5.4 Pulverizações

Durante as duas safras de condução dos experimentos, as pulverizações foram realizadas conforme os períodos recomendados pelo FUNDECITRUS (2005) para aplicação de produtos fitossanitários no controle da mancha preta, num total de quatro aplicações. A primeira no estágio de 2/3 de pétalas caídas das flores e formação inicial dos frutos (chumbinho); a segunda, 28 dias depois (nessas duas primeiras utilizando somente fungicida com ação de contato) e, na seqüência, mais duas pulverizações, aos 56 e 98 dias (fungicida de contato + sistêmico) após o primeiro tratamento. Variações em relação aos dias de intervalo entre pulverizações ocorreram em função de condições climáticas desfavoráveis, fundamentalmente, ocorrência de chuvas, porém sem que houvesse interferências nos objetivos propostos.

A calda de pulverização utilizada foi composta por um fungicida cúprico, na dosagem de 175 g de produto comercial (p.c.)/ 100 L d'água (840 g. kg⁻¹ do ingrediente ativo oxiclreto de cobre) adicionado a um óleo mineral na concentração de 0,25% v/v, para as duas primeiras pulverizações. Nas duas outras pulverizações utilizou-se um fungicida sistêmico, p.c. Derosal 500 SC na dosagem de 100 ml de p.c./ 100 L d'água (50% do ingrediente ativo carbendazin) e p.c. Comet na dosagem de 15 ml de p.c./ 100 L d'água (25% do ingrediente ativo pyraclostrobin), respectivamente para a terceira e quarta pulverizações, associados ao fungicida cúprico e o óleo nas mesmas dosagens descritas, conforme descrito na Tabela 1.

Toda a área foi tratada com um turbopulverizador Arbus 2000/Export (Figura 1a), com ramal especial de bicos (Figura 1b), pulverizando em ambos os lados da

linha de plantio. O pulverizador foi tracionado por um trator Massey Ferguson (modelo 275) trabalhando a 1800 rpm (540 rpm na tomada de potência) na marcha 2ª Reduzida A, que proporcionou uma velocidade do conjunto trator-pulverizador de 3,70 km.h⁻¹. Em alguns trabalhos realizados na cultura do citros, no Brasil, por diferentes autores (PALLADINI, 1990; RAETANO, 1996), têm se observado que a velocidade ideal para uma deposição e cobertura adequadas com turbopulverizadores, se situa entre 2 e 5 km.h⁻¹. Salyani e Whitney (1991) relataram que, a uniformidade de deposição é maior em menores velocidades de deslocamento, e diminui com o aumento da velocidade (especialmente em relação ao interior da copa), quando eles compararam quatro velocidades de deslocamento (1,6; 3,2; 4,8 e 6,4 km.h⁻¹) com um mesmo volume de pulverização distribuído.

Tabela 1. Período de realização das pulverizações, produtos e respectivas dosagens aplicadas durante duas safras (Mogi Guaçu – SP, 2005 a 2007)

PULVERIZAÇÃO (DATA)	FUNGICIDAS		DOSAGEM (g ou ml do p.c./100 L d'água)
	ingrediente ativo (produto comercial)		
	CONTATO	SISTÊMICO	
SAFRA 2005/2006			
Primeira (21 out. 2005)	Oxicloreto de cobre	---	
Segunda (10 nov. 2005)	(Cobox)	---	175g
Terceira (14 dez. 2005)		pyraclostrobin	175g+ 15ml
Quarta (31 jan. 2006)	Oxicloreto de cobre (Cobox)	(Comet) carbendazin (Derosal 500 SC)	175g+ 100ml
SAFRA 2006/2007			
Primeira (08 nov. 2006)	Oxicloreto de cobre	---	
Segunda (06 dez. 2006)	(Cobox)	---	175g
Terceira (08 jan. 2007)		pyraclostrobin	175g+ 15ml
Quarta (14 fev. 2007)	Oxicloreto de cobre (Cobox)	(Comet) ² carbendazin (Derosal 500 SC) ³	175g+ 100ml

As pontas de pulverização foram reguladas para produzir um espectro de gotas com diâmetro mediano volumétrico (DMV) aproximadamente entre 150 e 200 µm, que segundo Ramos et al. (2007) é uma faixa de DMV's que têm demonstrado boa eficiência de deposição das gotas em plantas cítricas. Com esses fatores pré-estabelecidos os modelos de ponta selecionados e suas respectivas pressões de trabalho, vazões (L.min⁻¹) e DMV, para cada tratamento são especificados na Tabela 2.

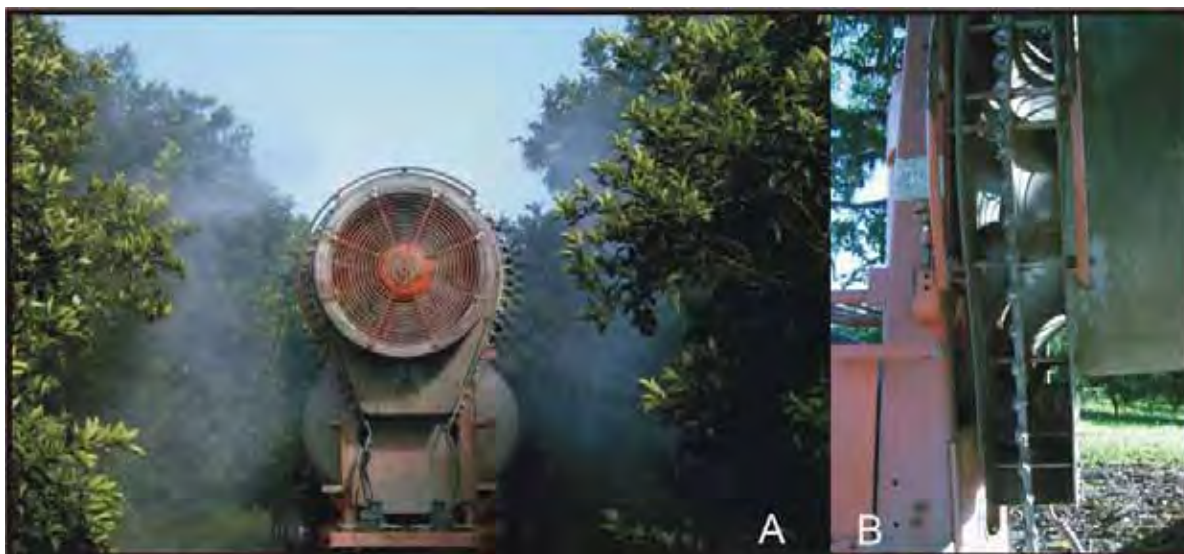


Figura 1. Pulverizador (Arbus 2000/Export) equipado com ramal especial de bicos para as pulverizações referentes ao controle da mancha preta dos frutos cítricos (Mogi Guaçu – SP, 2005 a 2007).

Tabela 2. Volume de aplicação ($L.planta^{-1}$) e respectiva ponta de pulverização, pressão de trabalho, vazão ($L.min^{-1}$) e diâmetro mediano volumétrico -DMV- das gotas (μm) no tratamento fitossanitário de plantas cítricas. (Mogi Guaçu – SP, 2005 a 2007).

Volume ($L.planta^{-1}$)	Ponta/difusor	Pressão (psi)	Vazão ($L.min^{-1}$)	DMV (μm)*
3,5	D3/25	230	1,62	134
4,5	D3/45	230	2,08	154
8,5	D6/25	230	3,94	163

*Dados fornecidos pelo fabricante das pontas de pulverização – empresa Spraying Systems Co ®.

5.5 Amostragem

Amostras compostas por 6 frutos de cada planta, foram colhidas para análise da quantidade do íon cobre do fungicida cúprico (oxicloreto de cobre), remanescente sobre os frutos em função do volume pulverizado, nas épocas de pulverizações para o controle da mancha preta, em diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos.

As amostragens foram iniciadas em seguida às pulverizações, após secagem completa da calda sobre os frutos. Os frutos foram colhidos em 5 plantas,

selecionadas ao acaso por parcela, totalizando assim vinte plantas ou 120 frutos por tratamento. A amostragem ocorreu em uma das laterais da planta (entre plantas na linha de plantio – “entrada ou saída”) em três alturas da copa (baixa, média e alta), sendo colhidos dois frutos, separadamente, em cada posição. A escolha dos setores entre plantas para amostragens, deve-se à maior dificuldade desses setores serem atingidos pela pulverização, conforme constatado por Whitney et al., 1989, Araújo et al., 2008 e Ramos et al., 2008b.

Da mesma maneira, anteriormente descrita, ocorreram colheitas dos frutos antes de cada pulverização, e aos 42 dias após a última pulverização contra a mancha preta, quando se encerra o período de proteção dessa aplicação e o considerado período de suscetibilidade dos frutos. Esse procedimento foi realizado visando quantificar a redução da deposição de fungicidas sobre os frutos no intervalo entre aplicações. Os frutos amostrados foram acondicionados, individualmente, em sacos plásticos para as análises dos depósitos do íon cobre.

Durante o período de amostragens foram coletados os dados de precipitação pluviométrica da área experimental, a fim de correlacionar o volume de chuva (mm) entre cada pulverização, com a redução na quantidade do fungicida cúprico sobre os frutos.

5.6 Equação para representação da área dos frutos em função de sua massa

A equação foi determinada pela análise da correlação entre peso e área em frutos de laranja. Para isso, durante cada uma das amostragens para avaliação da deposição da pulverização, foram colhidos aproximadamente 100 frutos aleatoriamente no talhão, os quais foram pesados (em balança com precisão de 0,01g) e tiveram os seus diâmetros longitudinal e transversal dimensionados (respectivamente, maior e menor diâmetro) em mm, com auxílio de um paquímetro digital. A determinação da área de exposição dos frutos foi então realizada, adotando-se o diâmetro médio (média das medidas longitudinal e transversal) e admitindo-se a forma dos frutos como uma esfera perfeita, pelo uso da seguinte fórmula:

$$X = \pi \cdot d^2$$

onde,

X = área da esfera-fruto (cm²);

π = constante matemática com valor aproximado de 3,14159265;

d = diâmetro médio do fruto.

Aos dados de área calculada e massa dos frutos aplicou-se então uma análise de regressão através do programa computacional Excel for Windows®, na tentativa de encontrar uma equação, para cada um dos estádios de desenvolvimento dos frutos durante os períodos de pulverizações e análise dos resíduos das mesmas, que correlacionasse de maneira adequada a área e massa dos frutos, o que permitiria, de maneira prática, representar a área de todos os frutos colhidos no experimento apenas possuindo sua massa (em gramas). Isso possibilita representar os resultados de deposição do íon cobre por área do fruto (cm^2), evitando erros de comparação dos resultados entre diferentes períodos devido ao crescimento dos frutos entre as épocas de pulverizações; bem como acompanhar a variação de tamanho dos frutos ao longo de seu desenvolvimento.

5.7 Dimensionamento das plantas

Durante o experimento foram aferidas as dimensões de três plantas em cada uma das parcelas da área experimental pulverizada, visando certificar-se da uniformidade das plantas entre os tratamentos e estimar o volume (m^3) ocupado pelas mesmas, para então estabelecer os volumes de pulverização de litros por planta para ml.m^{-3} de planta. Para isso, as plantas foram medidas em seu comprimento, largura e altura. Os volumes obtidos da multiplicação dos três fatores dimensionados foram analisados segundo um delineamento experimental inteiramente casualizado com 3 tratamentos (volumes de aplicação) e 12 repetições (3 árvores x 4 parcelas).

5.8 Quantificação da deposição e do resíduo da calda de pulverização

Cada amostra enviada ao laboratório para análise de deposição e resíduo, consistiu de duas sub-amostras de frutos, em cada uma das posições de amostragem por planta (Setores verticais – baixo, médio e alto), com os frutos sendo acondicionados individualmente em sacos plásticos.

O método para avaliação dos depósitos da calda pulverizada nos frutos cítricos foi baseado em Machado Neto e Matuo (1989); Machado Neto et al. (1992); Derksen e Gray (1995), também adotado por Ramos et al. (2001), que utilizaram produtos contendo

traçadores como Zn, Mn e Cu, que não são degradáveis, para avaliar a deposição por espectrofotometria de absorção atômica.

Assim, no laboratório, procedeu-se a lavagem individual dos frutos, pela adição diretamente ao saco plástico de 30 a 50 ml de solução de HCl 0,2N. Cada uma das amostras foi agitada por aproximadamente 100 vezes e a solução de lavagem filtrada em papel filtro de filtração média (MACHADO NETO, 1990). Posteriormente, a solução de lavagem foi armazenada em recipiente plástico com capacidade de 80 ml, devidamente identificado para serem analisadas por espectrofotometria de absorção atômica de chama, com equipamento da marca Perkin-Elmer, modelo 2380 (Figura 2), regulado para o comprimento de onda de 324,7 nm, para quantificação da concentração do íon cobre em mg.L^{-1} (ppm).



Figura 2. Espectrofotômetro de absorção atômica utilizado para a quantificação do íon cobre (Cu^{+2}), nas análises de deposição da pulverização e resíduo sobre frutos de laranja 'Valência': detalhe das leituras a direita.

Em cada pulverização foram coletadas amostras da calda do tanque do pulverizador, das quais foram retiradas alíquotas de aproximadamente 80 ml para quantificação total do íon cobre aplicado.

Em seguida, com os valores de leitura das amostras em concentração (mg.L^{-1}) de Cu^{+2} e sabendo a concentração do mesmo nas caldas, para a transformação dos depósitos em frutos para volume de calda (μl), utilizou-se a seguinte equação:

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

onde,

C_i – concentração inicial na calda de aplicação, mg.L^{-1} ;

V_i – volume de calda retido pelo alvo, μl ;

Cf – concentração detectada em espectrofotometria, mg.L⁻¹;

Vf – volume de diluição da amostra em frutos, µl;

Cada um dos frutos, após a lavagem, foi pesado e através da equação de regressão tiveram suas áreas estimadas. Dessa forma, fez-se a divisão do volume depositado em cada amostra pela respectiva área do fruto, obtendo-se assim, a quantidade do depósito em µl de calda.cm⁻² de fruto.

Anteriormente a primeira pulverização, foram retiradas amostras, com quatro frutos cada, para quantificar a possível existência do íon cobre remanescente de pulverizações não relacionadas ao experimento, mas sim de outros tratamentos fitossanitários realizados na propriedade. Pelas leituras do extrato obtido desses frutos lavados, mas não tratados (pulverizados), que funcionaram como testemunhas da quantidade de cobre originalmente existente na cultura, tais quantidades foram subtraídas dos valores obtidos nas leituras das amostras com a finalidade de não se superestimar os resultados.

5.9 Avaliações da incidência e severidade da doença

As avaliações da doença ocorreram em dois períodos para cada uma das safras. Primeiramente, quando a maior parte dos frutos já apresentava a casca com a coloração amarela (pré-colheita), pois segundo Kotzé (1981) os sintomas podem aparecer quando o fruto está completamente desenvolvido com a casca ainda verde, no entanto, quanto mais maduro o fruto se torna, com a casca mudando de verde para amarelo ou laranja, melhor as chances de aparecerem os sintomas. E a segunda avaliação na época de colheita, de acordo com a observação do ratio de colheita dos frutos, ou seja, a relação de sólidos solúveis por acidez, que de acordo com Pozzan e Triboni (2005) deve ser utilizada para a tomada de decisão sobre o momento de colheita, variando conforme o mercado a que se destinam os frutos.

Para as análises da incidência e severidade foram selecionadas 3 plantas por parcela. Quanto à divisão da planta em setores de avaliação, primeiramente cada planta foi dividida em lado esquerdo e direito (maior insolação), pois segundo Kotzé (1981) os sintomas dessa doença costumam se expressar em níveis mais severos, dentre outros motivos, em frutos que sofrem maior incidência solar. Isso pode variar para cada planta em função do direcionamento de plantio na área, em relação aos pontos cardeais. Em seguida, para cada

lado, a planta foi subdividida em três setores horizontais (entrada, meio e saída) e três setores verticais, baixo (do solo até $\pm 1,10$ m de altura), médio (de 1,10 a 2,20 m) e alto (de 2,20 m até o topo), conforme ilustrado na Figura 3.

Para cada um dos 18 setores de avaliação estabelecidos, foram atribuídas notas visuais da doença a nove frutos ou, se não houvesse essa quantidade, o número máximo de frutos presentes. As lesões nos frutos foram avaliadas segundo a escala diagramática de notas proposta por Spósito et al. (2004), ilustrada na Figura 4, a qual foi adaptada para melhor utilização em campo (Figura 5). Os avaliadores foram previamente treinados no campo quanto ao reconhecimento/distinção dos sintomas de mancha preta nos frutos e utilização da escala diagramática.

Além disso, os avaliadores foram distribuídos no campo de forma a avaliarem plantas de todos os tratamentos, e o mesmo número de plantas para cada tratamento. Apesar do uso da escala diagramática por si só, poder ser feita por qualquer avaliador, pois os resultados serão semelhantes e diferentes experimentos conduzidos por avaliadores distintos poderão ser comparados (SPÓSITO et al., 2004); essa forma de distribuição dos avaliadores contribuirá ainda mais na eliminação de uma possível avaliação tendenciosa.

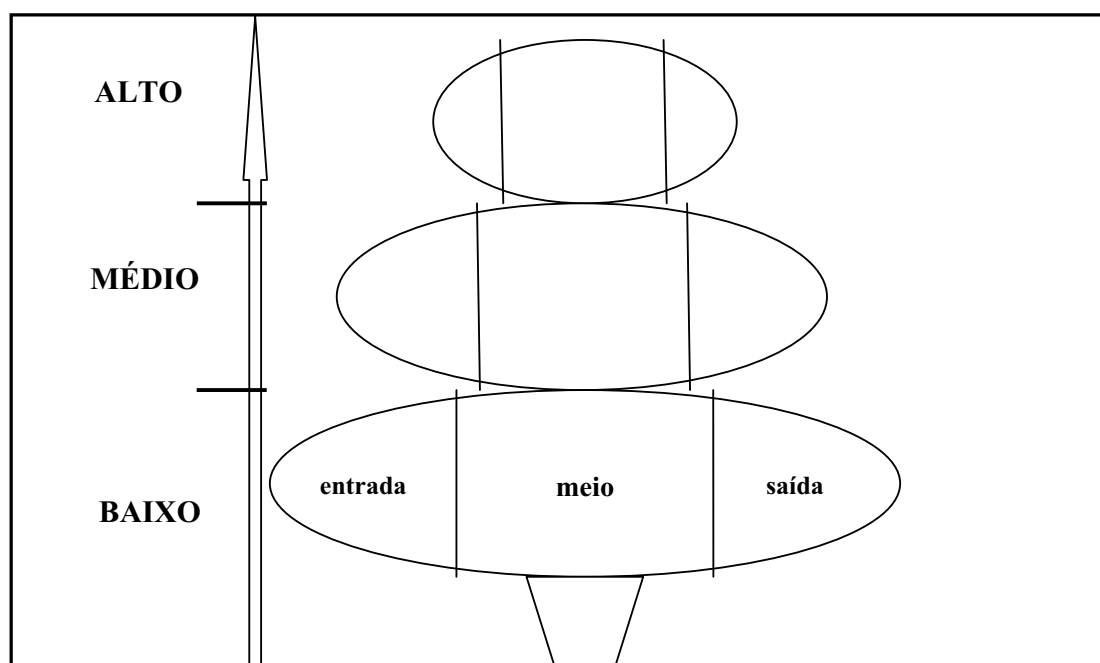


Figura 3. Desenho ilustrativo dos setores de avaliação dos sintomas da doença mancha preta em frutos cítricos, para um dos lados de uma planta selecionada.

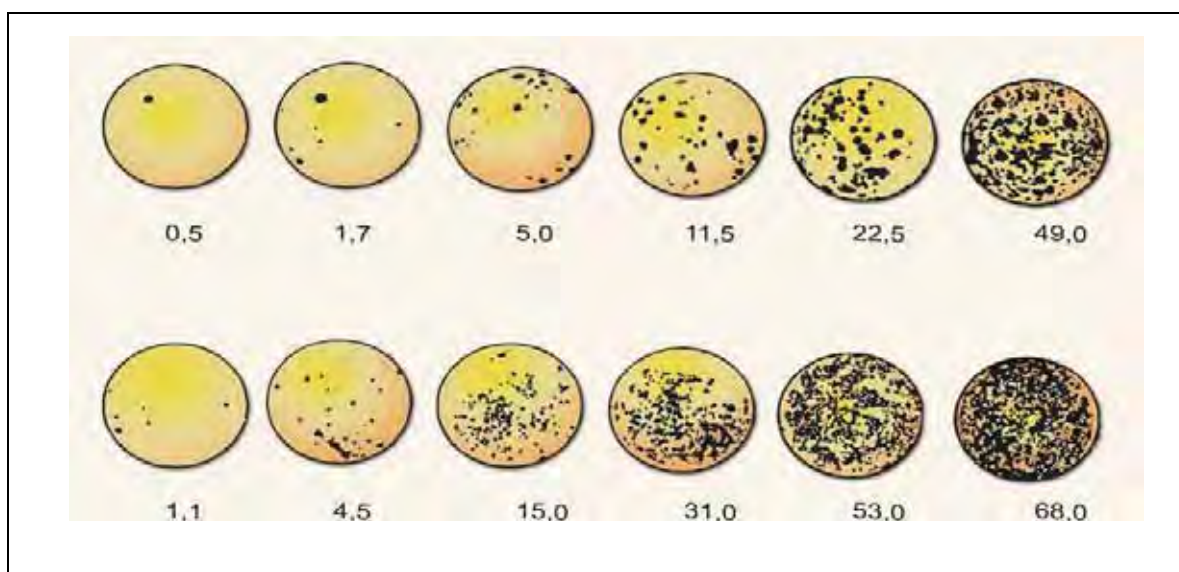


Figura 4. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta (*Guignardia citricarpa*) dos citros (*Citrus* spp.). Os diagramas da parte superior são representações do sintoma de mancha dura e os da parte inferior, representações do sintoma de falsa melanose (Spósito et al., 2004).



Figura 5. Escala diagramática adaptada de Spósito et al. (2004), para avaliação em campo da severidade da mancha preta (*Guignardia citricarpa*) dos citros (*Citrus* spp.)

Para análise dos dados de severidade, calculou-se o índice de doença (IDO), por meio da fórmula $IDO = \Sigma (\% \text{ de área da casca lesionada} \times \text{freqüência}) \times 100 / (n^\circ \text{ total de unidades no setor avaliado} \times \% \text{ máxima de área lesionada})$. Para realização do cálculo, cada nota da escala adaptada (Figura 5) apresentava uma % de área da casca lesionada correlacionada aos valores da escala diagramática original (Figura 4), conforme estabelecido na Tabela 3.

Tabela 3. Notas da escala diagramática adaptada de Spósito et al. (2004) e abaixo os seus respectivos grau da escala, para cálculo da severidade da doença mancha preta.

Nota escala adaptada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
% de área da casca lesionada	0,2	0,5	1,0	1,7	3,6	5,0	8,2	11,5	17,8	22,5	36,0	49,0	58,0

Os dados de incidência foram calculados dividindo-se a soma do número de frutos com sintomas (notas valores acima de zero) pelo número de frutos avaliados no setor, vezes cem, o que forneceu a porcentagem de frutos que expressou a doença.

5.10 Avaliações da queda de frutos e estimativa da produção

Por ocasião do início do amadurecimento dos frutos foram iniciadas avaliações regulares da queda de frutos em intervalos quinzenais.

Primeiramente, foram selecionadas e marcadas três plantas por parcela, as mesmas utilizadas para avaliação da incidência/severidade da doença; as quais foram submetidas a uma limpeza inicial sob a copa, retirando-se todos os frutos caídos. Após esta atividade, quinzenalmente os frutos foram rastelados e contados, totalizando sete avaliações para cada safra (Figura 6). Na última avaliação (sétima), após a limpeza, as árvores marcadas tiveram todos os frutos remanescentes colhidos e contados (Figura 7).

Para se determinar o peso médio dos frutos, 10 recipientes (repetições) contendo 50 frutos, escolhidos ao acaso, foram pesados, tarados, e o peso líquido dos frutos dividido por 50. O peso médio considerado foi a média das 10 repetições. Com o peso médio por fruto e o número total de frutos nas árvores calculou-se a produção (kg.planta^{-1}).

Juntamente com os resultados das contagens quinzenais de queda dos frutos, pode-se estimar a produção inicial (se não houvesse queda) e, a partir disso, as reduções na produção para cada período e a acumulada com o passar das avaliações, obtendo-se a porcentagem de queda ao longo dos períodos. Desta forma, compararam-se a porcentagem de queda de frutos nas diferentes épocas de avaliações, como as diferenças de produção entre tratamentos.



Figura 6. Procedimento para a avaliação da queda de frutos na área experimental (Mogi Guaçu – SP, 2006 e 2007).



Figura 7. Colheita e contagem dos frutos remanescentes nas plantas selecionadas da área experimental, ao final das avaliações de queda dos frutos (Mogi Guaçu – SP, 2006 e 2007).

5.11 Análise estatística

A avaliação da deposição de cobre sobre os frutos (experimento 1) foi analisada no esquema $3 \times 3 \times 4$ do tipo parcela sub subdividida pelo programa computacional estatístico ASSISTAT – Assistência Estatística (SILVA, 1996; SILVA e AZEVEDO, 2002, 2006).

Para a avaliação de incidência/severidade da doença (experimento 2) utilizou-se também o programa computacional estatístico ASSISTAT – Assistência Estatística (SILVA, 1996; SILVA e AZEVEDO, 2002, 2006).

A queda de frutos foi avaliada pelo programa computacional estatístico ESTAT – Sistema para Análises Estatísticas 2.0 (Unesp/FCAV).

Para as análises estatísticas foi utilizado o teste F para análise de variância e o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para comparação das médias. A todos os dados foram aplicados o teste de Hartley (menor número de grupos – tratamentos) ou Cochran (maior número de grupos – tratamentos) para verificar a homogeneidade ou não das variâncias, aplicando as transformações do tipo raiz (x) aos dados quando necessário.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Representação da área dos frutos em função de sua massa

Os resultados das regressões aplicadas a cada período de pulverização e análise de resíduo das deposições das mesmas, podem ser averiguados pelas Figuras 8, 10, 12, 14 e 16, onde se encontram descritas as equações (polinomiais) que melhor se aplicaram ao uso da massa dos frutos (variável X) para expressar-lhes sua área (variável Y).

Todos os períodos apresentaram correlação positiva entre a massa e área dos frutos (estimada segundo a fórmula da esfera), com o menor valor de R^2 de 0,9531, para o período da terceira pulverização/segunda avaliação de resíduo (Figura 12) e, para as demais avaliações valores superiores a 0,9700. A análise da dispersão dos resíduos para todos os períodos mostrou que a curva da equação representa a variação da área entre os frutos de forma adequadamente proporcional a variação de suas massas (Figuras 9, 11, 13, 15 e 17).

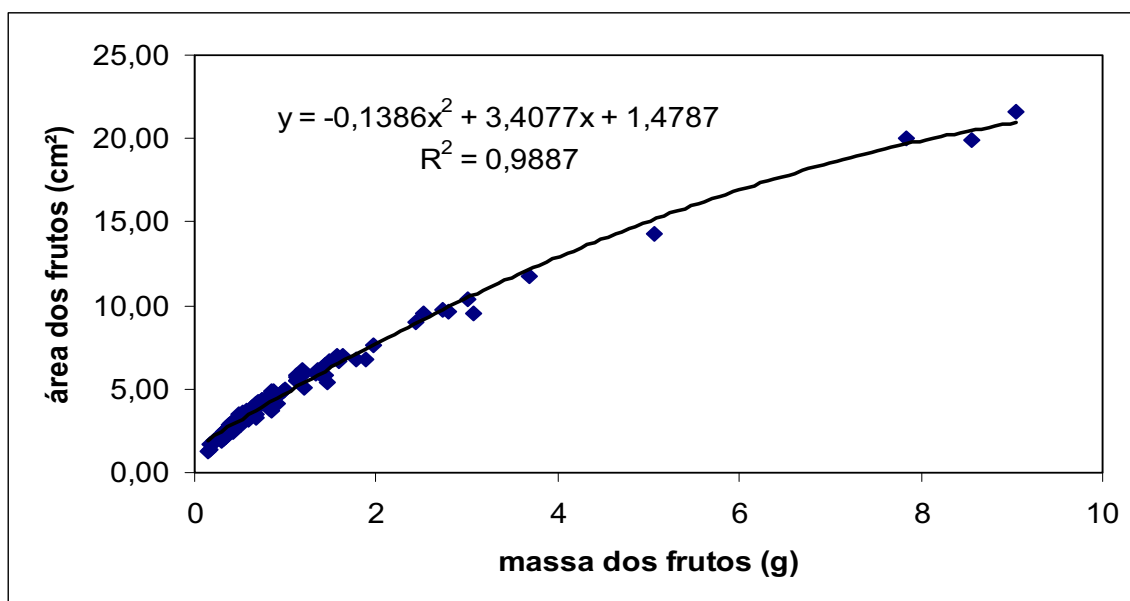


Figura 8. Regressão relacionando área (cm²) e massa dos frutos (g) de laranja 'Valência' na época referente à primeira pulverização (frutos com diâmetro médio igual a 1,17 cm) para o controle da doença mancha preta.

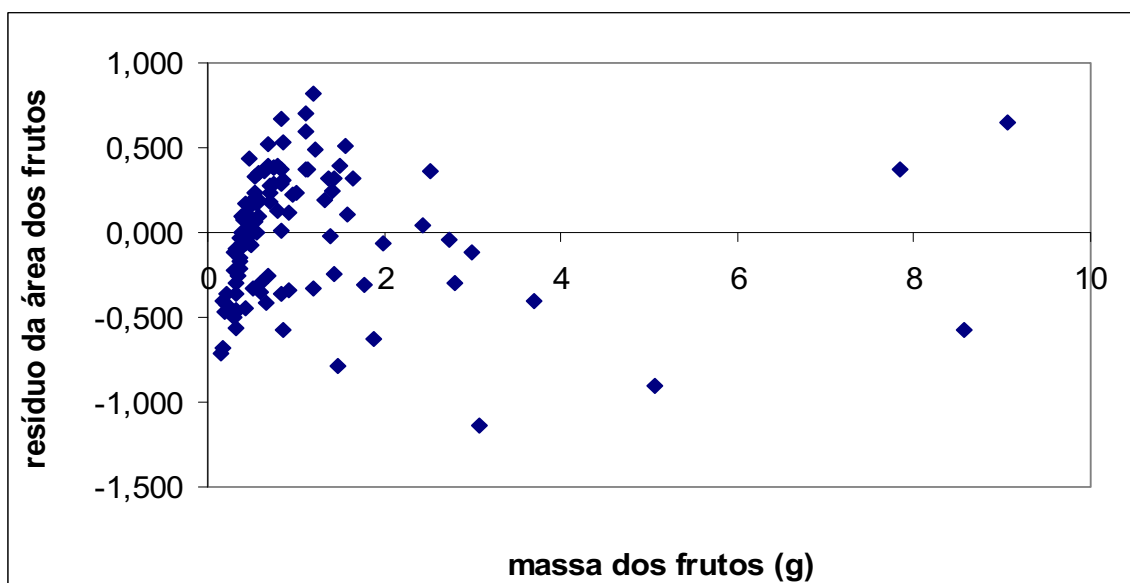


Figura 9. Dispersão dos resíduos obtida pela aplicação da regressão relacionando área a massa de frutos de laranja 'Valência' na época referente à primeira pulverização para o controle da doença mancha preta.

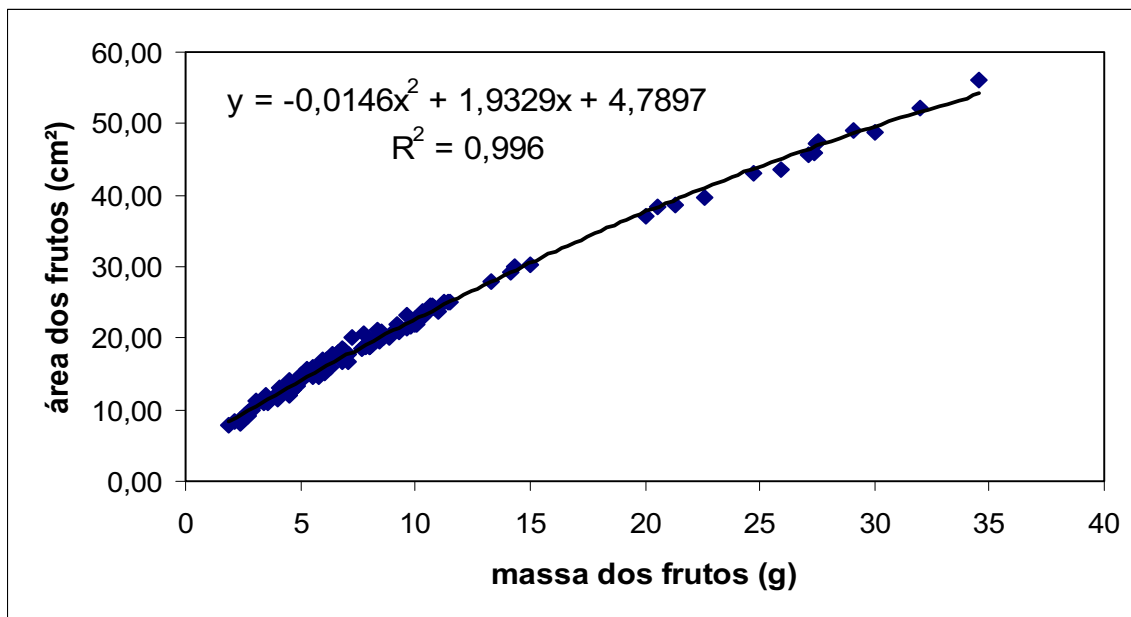


Figura 10. Regressão relacionando área (cm²) e massa dos frutos (g) de laranja 'Valência' na época referente à segunda pulverização (frutos com diâmetro médio igual a 2,50 cm) e avaliação residual da primeira para o controle da doença mancha preta

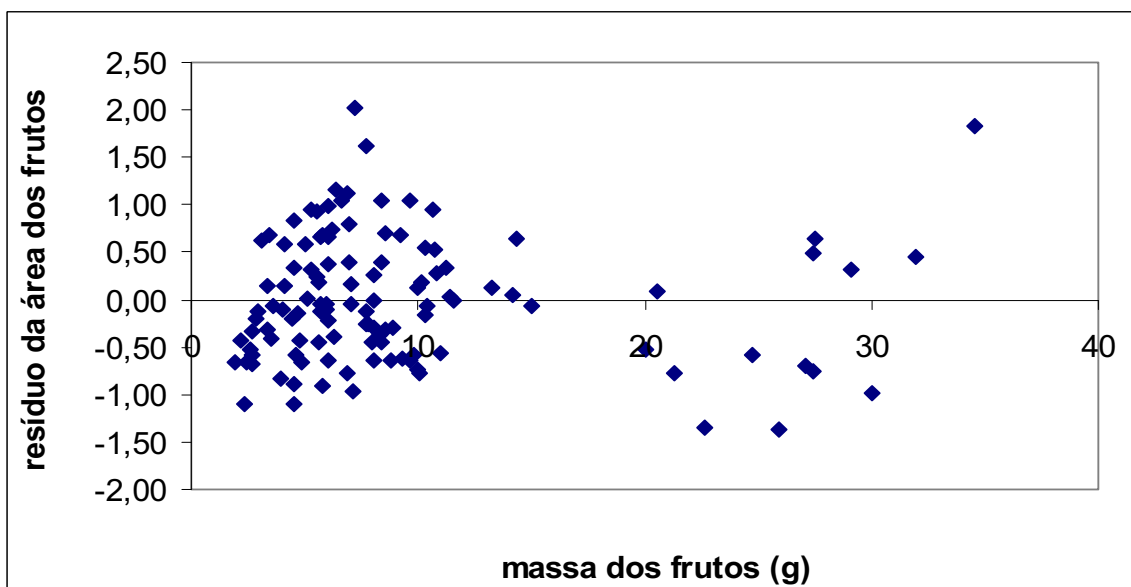


Figura 11. Dispersão dos resíduos obtida pela aplicação da regressão relacionando área a massa de frutos de laranja 'Valência' na época referente à segunda pulverização e avaliação residual da primeira para o controle da doença mancha preta.

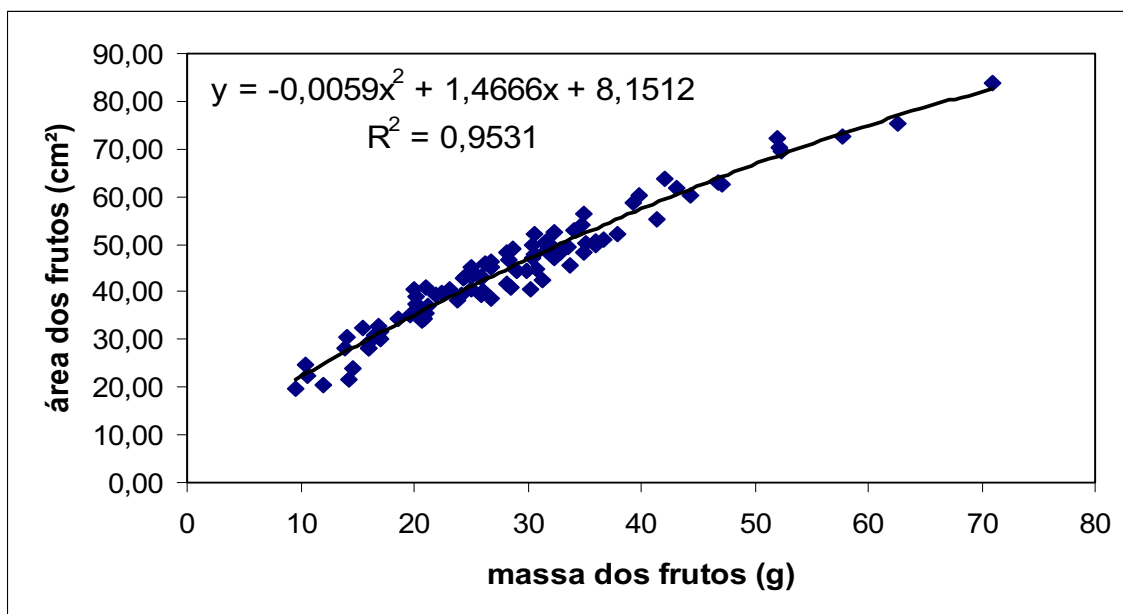


Figura 12. Regressão relacionando área (cm²) e massa dos frutos (g) de laranja 'Valência' na época referente à terceira pulverização (frutos com diâmetro médio igual a 3,73 cm) e avaliação residual da segunda para o controle da doença mancha preta.

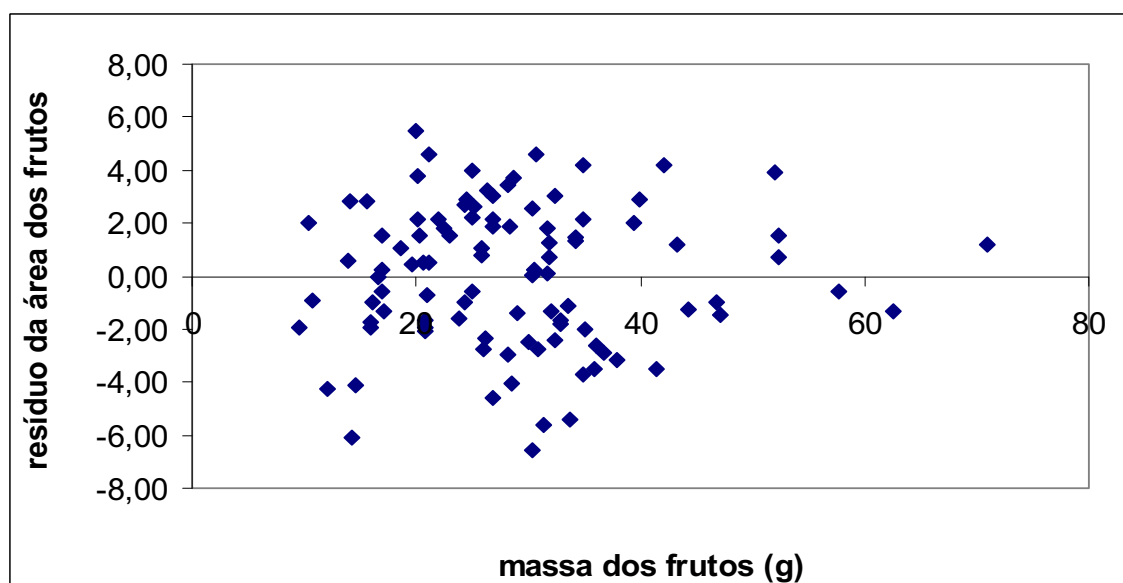


Figura 13. Dispersão dos resíduos obtida pela aplicação da regressão relacionando área a massa de frutos de laranja 'Valência' na época referente à terceira pulverização e avaliação residual da segunda para o controle da doença mancha preta.

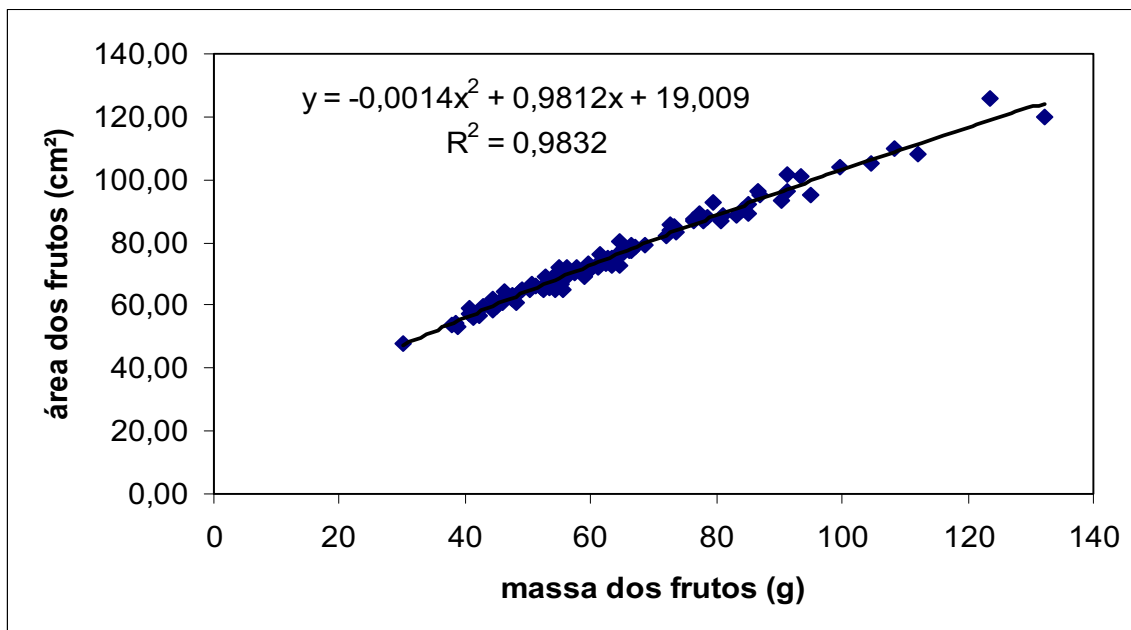


Figura 14. Regressão relacionando área (cm²) e massa dos frutos (g) de laranja 'Valência' na época referente à quarta pulverização (frutos com diâmetro médio igual a 4,88 cm) e avaliação residual da terceira para o controle da doença mancha preta.

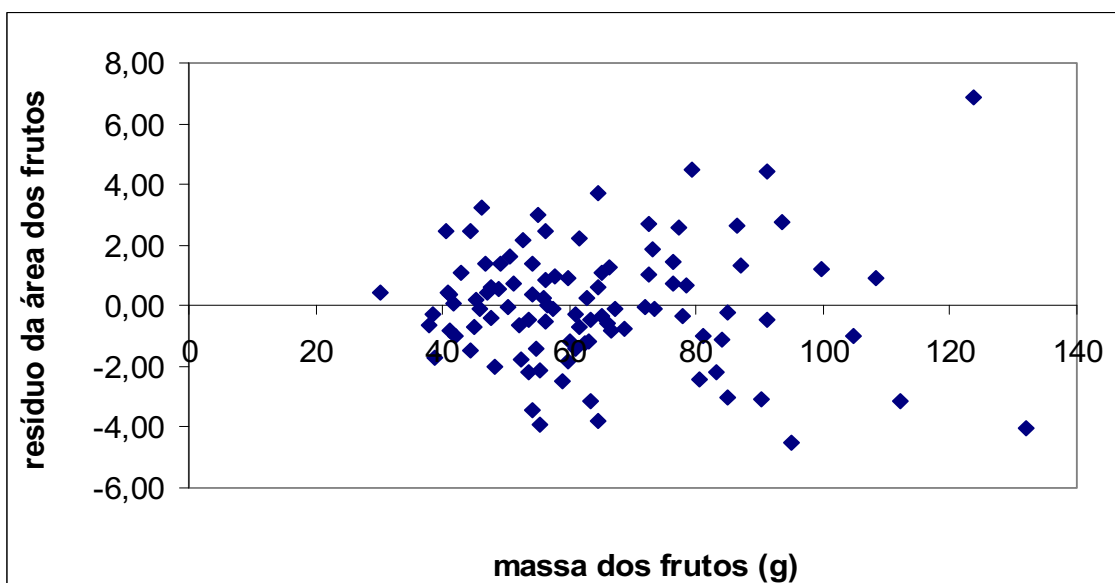


Figura 15. Dispersão dos resíduos obtida pela aplicação da regressão relacionando área a massa de frutos de laranja 'Valência' na época referente à quarta pulverização e avaliação residual da terceira para o controle da doença mancha preta.

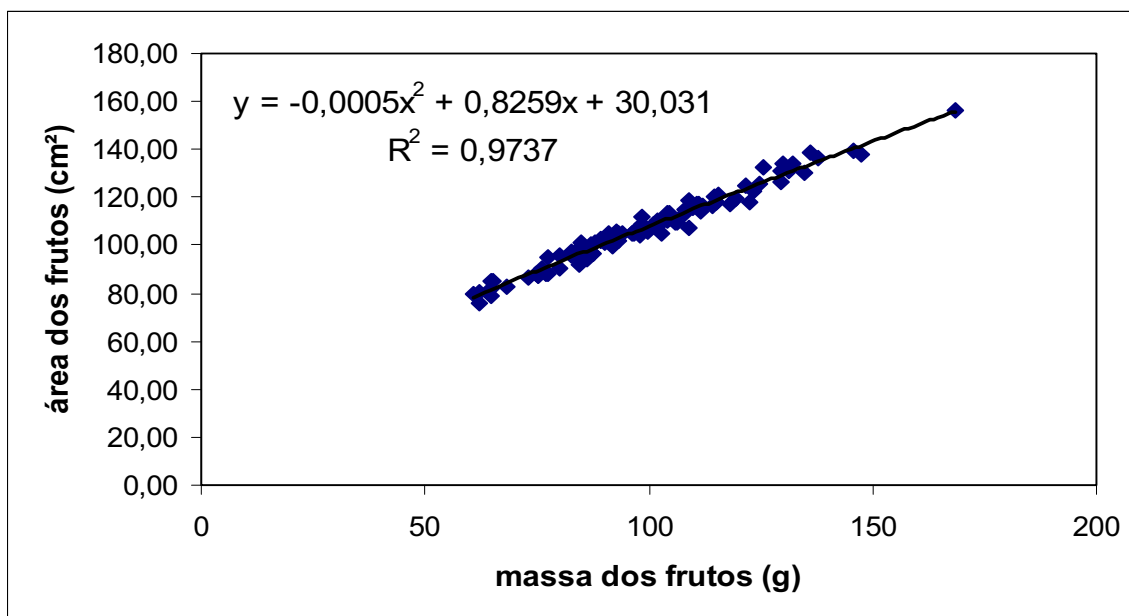


Figura 16. Regressão relacionando área (cm²) e massa dos frutos (g) de laranja 'Valência' na época referente ao final do período de proteção da quarta (última) pulverização para o controle da doença mancha preta, com frutos de diâmetro médio igual a 5,83 cm.

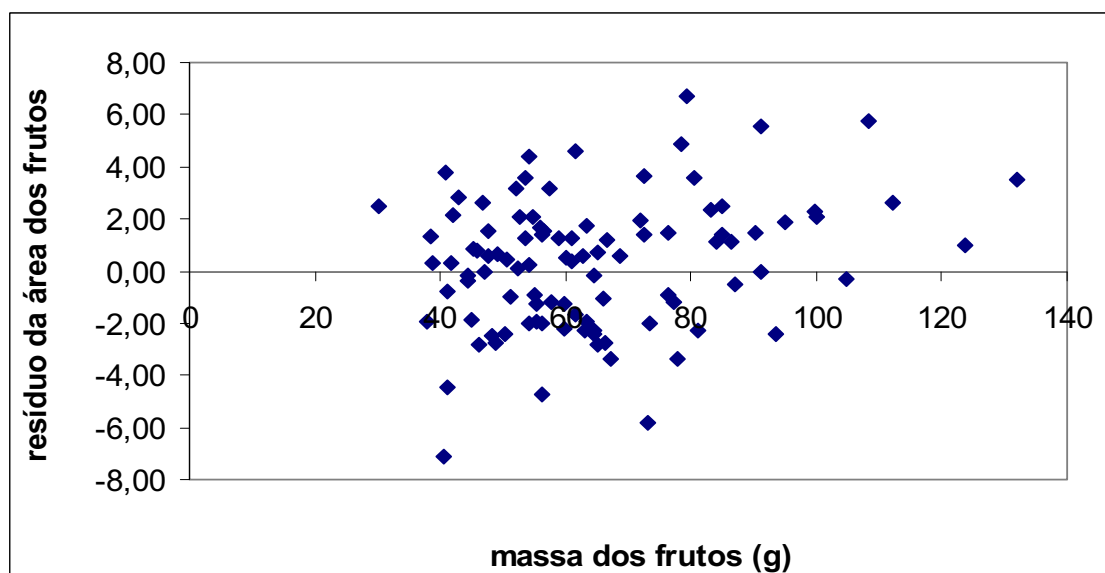


Figura 17. Dispersão dos resíduos obtida pela aplicação da regressão relacionando área a massa de frutos de laranja 'Valência' na época referente ao final do período de proteção da quarta (última) pulverização para o controle da doença mancha preta.

Pela análise da taxa de crescimento da área dos frutos de laranja durante o período da primeira pulverização (08/11/2006) até 141 dias após (final do período de proteção da quarta e última pulverização), pode-se dizer que os frutos tiveram aumentos significativos entre todos os períodos, porém em proporções diferentes (Figura 18). Fica evidente que o período de maior crescimento corresponde ao intervalo entre a primeira e segunda pulverização, onde houve uma elevação média na área dos frutos de $4,7 \text{ cm}^2$ para $20,7 \text{ cm}^2$, o que equivale a um percentual de aumento igual 440% ou 4,4 vezes em relação ao tamanho inicialmente dimensionado. Esse crescimento acentuado é extremamente prejudicial para a prática de pulverizações com produtos de ação de contato e menor redistribuição (fungicidas a base de cobre). Mesmo que um fruto tenha sido 100% coberto pelo produto, um aumento de 4,4 vezes em sua área proporcionará redução na área coberta para aproximadamente 23%.

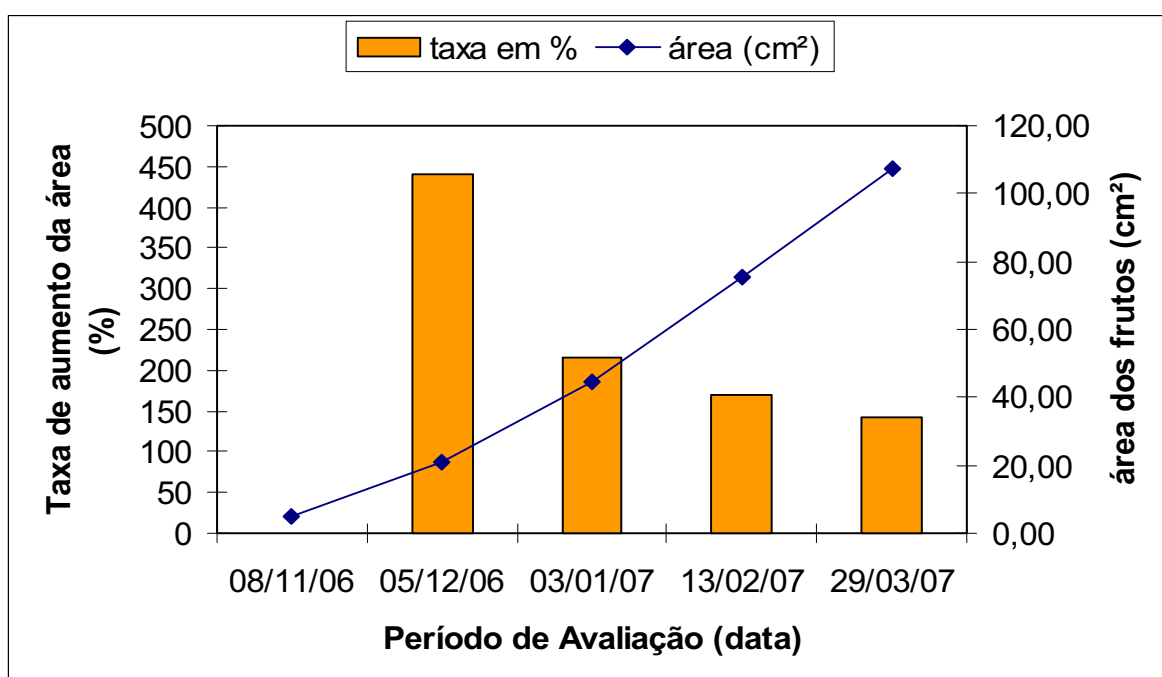


Figura 18. Taxa de crescimento da área dos frutos de laranja da variedade Valência durante o período de proteção das pulverizações para o controle da doença mancha preta (Mogi Guaçu – SP, 2006/2007).

A partir da época da segunda aplicação, os frutos ainda continuaram crescendo, porém em taxas menores, em relação ao primeiro período, para valores de 226 (2,2 vezes), 170 e 140 %, respectivamente, do segundo (05/12/2006) até o quinto período de

avaliação (29/03/2007). Deve-se observar que o intervalo do terceiro para o quarto (40 dias) e desse para o quinto período (46 dias) foram consideravelmente maiores em relação aos períodos iniciais (27 e 28 dias). Assim, o crescimento diário dos frutos também é menor comparado ao período de avaliação inicial.

6.2. Dimensões das plantas (m³)

O dimensionamento das plantas pelo seu volume (m³) possibilita que um determinado volume de pulverização, expresso em litros por planta e, utilizado para uma determinada variedade da cultura possa ser adequados a plantios de todas as variedades de citros, reduzindo a probabilidade de erro devido às diferenças entre variedades e espaçamento de plantio, por deixar de considerar um volume fixo por planta (litros por planta), mas sim as variações no porte das plantas (altura, largura e comprimento). A descrição do volume das plantas na área experimental e os respectivos volumes estimados podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4. Volume estimado (mL.m⁻³ de copa) da pulverização em função do tamanho das plantas e dos volumes de pulverização (L.planta⁻¹) em pomar de citros da variedade Valência (Mogi Guaçu – SP, 2005/2006).

Tamanho	Volume da planta (m ³)	mL.m ⁻³ de copa em função do volume pulverizado		
		3,5 L.planta ⁻¹	4,5 L.planta ⁻¹	8,5 L.planta ⁻¹
Mínimo	71,21	49	63	119
Médio	99,45	35	45	85
Máximo	124,19	28	36	68

A análise de variância aplicada aos dados de volume das copas mostrou-se não significativa pelo teste F, evidenciando a homogeneidade das copas entre os tratamentos. Nesta avaliação, a média geral dos volumes foi de 96,76 m³, com um coeficiente de variação de 21,81% e um desvio padrão de 21,10.

6.3 Deposição da calda contendo o íon cobre sobre os frutos

Pela análise de variância dos resultados de deposição (Tabela 5), observa-se que, o fator volume de aplicação (L.planta⁻¹) e as interações desse com outros fatores, não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. Assim, considerando os

três volumes pulverizados, para as quatro aplicações no controle da doença mancha preta, não há variações estatísticas nos níveis de deposição sobre os frutos da planta, na região entre plantas na linha de plantio.

Variações significativas ocorreram para o fator, setor vertical, como também, para a interação entre esse fator e época de pulverização (Tabela 5), informando que a deposição varia dentro de cada setor vertical de amostragem ao longo das quatro pulverizações (diferentes épocas) e, entre os três setores verticais (baixo, médio e alto) para cada época de aplicação do produto fitossanitário no controle dessa doença.

Tabela 5. Análise de variância da deposição da pulverização sobre frutos cítricos ($\mu\text{l calda. cm}^{-2}$), em plantas da variedade Valência. (Mogi Guaçu – SP, safra 2006-2007).

Causa da variação (Fator)	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
VOLUME (V)	2	153,15367	76,57684	1,7882 NS
Resíduo (V)	9	385,41635	42,82404	

Parcelas	11	538,57002		
SETOR VERTICAL (SV)	2	277,02997	138,51499	16,9192 **
V x SV	4	4,65892	1,16437	0,1423 NS
Resíduo (SV)	18	147,36365	8,18687	

Subparcela	35	967,62257		
ÉPOCA DE PULVERIZAÇÃO (EP)	3	3203,37155	1067,79052	99,0064 NS
V x EP	6	110,34285	18,39047	1,7052 NS
SV x EP	6	148,97609	24,82935	2,3022 *
V x SV x EP	12	178,61949	14,88496	1,3801 NS
Resíduo (EP)	81	873,59062	10,78507	

Sub subparcela	143	5482,52317		

Média Geral = 12,42340				
C.V. volume (%) = 52,67				
C.V. setor vertical (%) = 23,03				
C.V. período (%) = 26,43				

** Significativo pelo teste F ($P > 0,01$)

* Significativo pelo teste F ($P > 0,05$)

Pela análise do desdobramento das médias, da interação entre setores verticais e época de pulverização (Tabela 6), verifica-se que, na primeira época as deposições não diferiram entre os setores e, posteriormente, tenderam a ser significativamente menores no

setor vertical alto da planta, com exceção a terceira época, onde o setor alto e médio foram semelhantes e estatisticamente inferiores a região inferior (baixa) da planta. A comparação dos valores médios da deposição no setor vertical isoladamente mostra com maior clareza a ocorrência de menores deposições no setor alto da planta (Tabela 7).

A característica das plantas cítricas adultas, como aquelas de laranja doce da variedade valência, de apresentarem uma grande massa foliar, com as folhas sendo uma importante barreira física às gotas de pulverização para atingirem os frutos, aliado a maior distância da região alta da planta ao ramal de bicos do pulverizador (gota mais exposta à evaporação e deriva), dificultam a deposição do produto na região superior da planta.

Outras pesquisas, também consideram a região superior das plantas como a mais crítica para a deposição das pulverizações em citros (RAMOS et al., 2004 e ARAÚJO et al., 2008); e a de Albrigo et al. (1997) apud Albrigo et al. (2005) relatam que frutos internos a copa bem como aqueles do topo da planta recebem menos depósitos, quando aplicados pela maioria dos equipamentos de pulverização.

Esses resultados levam também a inferir que, além dos setores da região entre plantas em um pomar serem considerados os de maior dificuldade para serem atingidos pela pulverização (WHITNEY et al., 1989; ARAÚJO et al., 2008; RAMOS et al., 2008b), são locais de maior variabilidade na deposição das pulverizações. No presente experimento observou-se que o coeficiente de variação para os volumes avaliados nesse setor das plantas foi de 52,67% (Tabela 5). Whitney et al. (1989), ao avaliarem os coeficientes de variação entre as deposições do íon cobre sobre folhas de citros, coletadas em diferentes posições na planta, observaram que a variabilidade é maior na região entre plantas, como também aumenta com a altura de amostragem na planta.

Avaliando-se cada setor individualmente (Tabela 6), nota-se que para as três zonas de altura, as deposições na primeira pulverização foram significativamente inferiores as seguintes. Isso pode ser explicado pelo fato de nesse período as plantas estarem bastante vigorosas vegetativamente, atuando como barreira física (folhas) a frente dos alvos a serem atingidos (frutos); alvos esses que ainda apresentavam dimensões bastante reduzidas, com área média de $4,69 \text{ cm}^2$. Assim, a fase inicial de formação dos frutos de laranja é a mais crítica para se obter uma adequada deposição, dentro do programa de pulverizações para o controle da mancha preta.

Também para os três setores, as deposições foram significativamente maiores na segunda pulverização e, reduziram de modo semelhante para terceira e quarta pulverização (Tabela 6). O aumento de 4,4 vezes na área média dos frutos no intervalo da primeira para segunda pulverização (aproximadamente 20,65 cm²), acentuando a exposição do alvo, justifica o substancial aumento nas deposições. No entanto, não há explicação para o fato dos depósitos serem maiores em todos os setores na época da segunda pulverização em relação à terceira e quarta pulverização, pois os frutos continuam a crescer, conforme pode se visualizar pela Figura 18; mas esse fato não impede de inferir que, expressivo aumento na área dos frutos após a primeira pulverização para o controle dessa doença favorece as melhorias nas deposições, mesmo na área entre plantas que é considerada a mais crítica nesse aspecto.

Tabela 6. Desdobramento dos valores médios da deposição de calda contendo o íon Cu⁺² sobre frutos de laranjeira ‘Valência’, logo após cada uma das quatro pulverizações para o controle da mancha preta, em três diferentes setores verticais de amostragem da planta.

Deposição da calda (µl.cm ⁻²) sobre frutos				
Setor Vertical	Pulverizações (área média dos frutos em cm ²)			
	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta
Baixo	4,77 aC	19,86 aA	15,48 aB	15,84 aB
Médio	5,18 aC	18,98 aA	11,68 bB	14,82 aB
Alto	4,99 aC	14,79 bA	10,23 bB	12,46 bB
Média Geral = 12,42				
C.V. setor vertical (%) = 23,03		DMS (5%) para colunas = 3,0958		
C.V. período (%) = 26,43		DMS (5%) para linhas = 3,5210		

¹ Médias seguidas por letras iguais nas colunas (minúsculas) e nas linhas (maiúsculas) não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade

Tabela 7. Deposição média de calda contendo o íon Cu⁺² sobre frutos de laranjeira ‘Valência’, conforme o setor vertical da planta (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Setor Vertical	Deposição de calda (µl.cm ⁻²)
Baixo	13,99 ¹ A
Médio	12,67 A
Alto	10,62 B
Média Geral = 12,42	
C.V. (%) = 23,03	
DMS (5%) = 1,49	

¹ Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Durante as pulverizações para controle da mancha preta e análise da deposição foram acompanhadas as condições climáticas quanto a temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%). Na tabela 8, encontram-se descritos os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar durante as pulverizações. Nela observa-se que os valores de umidade estiveram sempre altos e acima do valor mínimo recomendado para as pulverizações agrícolas (55%), bem como, as temperaturas médias foram amenas, estando abaixo do limite máximo aceito (30°C); portanto, esses fatores não foram limitantes de maneira a interferirem significativamente nos resultados da deposição das pulverizações sobre os frutos.

Tabela 8. Dados climáticos médios durante as pulverizações para avaliação da deposição de calda sobre frutos de laranjeira ‘Valência’ e controle da doença mancha preta, na safra 2006/2007 (Mogi Guaçu – SP).

Pulverização	Data	U.R. média (%)	Temperatura média (°C)
Primeira	08/11/2006	62,5	24,5
Segunda	06/12/2006	86,0	25,3
Terceira	08/01/2007	80,5	25,7
Quarta	14/02/2007	60,5	22,8

6.4 Resíduo de calda contendo o íon cobre sobre os frutos no final do intervalo entre pulverizações e do período de proteção da última pulverização

Na Tabela 9 são apresentados dados médios dos depósitos e resíduos para os três volumes de aplicação durante as quatro avaliações, acompanhado dos dados relativos à precipitação pluviométrica no intervalo entre a pulverização e a relação da precipitação com a redução da deposição. Pode-se observar que, para as épocas de menor precipitação média (precipitação total em cada intervalo entre pulverizações, dividida pelo número de dias que ocorreram chuva no intervalo), primeira e quarta época, ocorreram maiores reduções nos depósitos obtidos com o maior volume, apesar dos volumes não terem expressado diferenças estatísticas quanto a deposição (Tabela 5). Supõe-se que isso seja consequência do maior escoamento com esse volume, promovendo alta concentração do fungicida na parte de baixo do fruto, como pode ser visualizado na Figura 19 (lado direito), facilitando a retirada pela chuva, que também promove o escoamento para essa parte do fruto e nela se concentra antes de se desprender do mesmo (Figura 19, lado esquerdo).

Durante o período da segunda e terceira pulverizações, de maiores precipitações médias (16,83 e 26,36 mm/dia de chuva, respectivamente), as reduções da deposição foram maiores (70 a 88%) e menores as diferenças entre os resíduos para os três volumes (Tabela 9). Assim, o incremento na precipitação média faz com que a partir de um determinado valor limite, a retirada do produto depositado sobre os frutos tende a se igualar, mesmo para diferentes volumes de aplicação.

Analisando as perdas de depósitos, no geral, pode-se dizer que apresentaram redução diária de 2,7 a 6,2%, para cada dia de chuva. Porém, nos períodos de maiores precipitações médias os valores variaram de 5,0 a 5,9 %.

Com relação às avaliações de redução na deposição nos respectivos setores verticais (Tabela 10). Com exceção da segunda época (maior deposição geral – conforme apresentado na Tabela 6), o setor alto da planta apresenta as maiores porcentagens de redução no período entre pulverizações. Assim, a maior exposição desse setor aos fatores climáticos, especialmente às chuvas, prejudica ainda mais a obtenção de um tratamento fitossanitário adequado dos frutos dessa parte da planta.



Figura 19. Concentração de líquido na parte inferior dos frutos, devido à chuva (esquerda) e da calda pulverizada (direita) em função do escoamento.

Tabela 9. Volume de aplicação, médias dos depósitos e resíduos de calda sobre os frutos, respectivamente, logo após as pulverizações e ao final do intervalo entre pulverizações, precipitação pluviométrica e sua interferência no residual da aplicação.

Pulverização (área média dos frutos em cm^2)	Volume (L.planta ⁻¹)	Depósito médio μl calda. cm^{-2}	Avaliação do resíduo (dias após aplicação)	Resíduo médio μl calda. cm^{-2}	Redução no período (%)	Precipitação no período (mm)	Dias chuvosos	Precipitação média (mm.dias chuvosos ⁻¹)	Perda por dia chuvoso (%)
Primeira (4,69)	3,5	5,00		3,62	27,6				3,45
	4,5	4,41	27	3,46	21,5	114,0	8	14,25	2,69
	8,5	5,53		3,01	45,5				5,69
Segunda (20,65)	3,5	16,61		2,92	82,4				5,50
	4,5	19,21	32	2,31	88,0	252,5	15	16,83	5,86
	8,5	17,82		2,23	87,5				5,83
Terceira (44,55)	3,5	10,99		2,98	72,9				5,21
	4,5	12,76	36	3,08	75,8	366	14	26,36	5,42
	8,5	13,64		4,10	69,9				5,00
Quarta (75,56)	3,5	11,33		8,42	25,7				2,85
	4,5	15,43	43	8,05	47,8	138,5	9	15,39	5,31
	8,5	16,36		7,19	56,0				6,22

Tabela 10. Setor vertical da planta, médias dos depósitos e resíduos de calda sobre os frutos, respectivamente, logo após as pulverizações e ao final do intervalo entre pulverizações, precipitação pluviométrica e sua interferência no residual da aplicação.

Pulverização (área média dos frutos em cm ²)	Setor vertical na planta	Depósito médio µl calda.cm ⁻²	Avaliação do resíduo (dias após aplicação)	Resíduo médio µl calda.cm ⁻²	Redução no período (%)	Precipitação no período (mm)	Dias chuvosos	Precipitação média (mm.dias chuvosos ⁻¹)	Perda por dia chuvoso (%)
Primeira (4,69)	Baixo	4,77		3,64	31,0				3,88
	Médio	5,18	27	3,55	31,5	114,0	8	14,25	3,93
	Alto	4,99		2,90	41,9				5,23
Segunda (20,65)	Baixo	19,86		2,35	88,2				5,88
	Médio	18,92	32	2,89	84,7	252,5	15	16,83	5,65
	Alto	15,44		2,29	85,2				5,68
Terceira (44,55)	Baixo	15,81		4,15	73,8				5,27
	Médio	11,68	36	3,95	66,1	366	14	26,36	4,73
	Alto	10,23		1,91	81,3				5,81
Quarta (75,56)	Baixo	16,13		8,18	49,3				5,48
	Médio	14,89	43	7,76	47,9	138,5	9	15,39	5,32
	Alto	12,51		5,61	55,2				6,13

6.5 Incidência e severidade da doença sobre os frutos (safra 2005-2006)

Os valores médios de incidência e severidade, para as duas épocas analisadas [pré-colheita (28/08/2006) e colheita (31/10/2006)], mostram que apenas os fatores lado e setor vertical foram significativos para os dois parâmetros avaliados em ambas as épocas (Tabelas 11, 12, 13 e 14). O fator volume foi significativo apenas quanto a incidência para a época da colheita (Tabela 12) e o fator setor horizontal da planta foi significativo quanto a severidade da doença também na segunda época de avaliação (Tabela 14). Qualquer uma das interações entre os fatores para ambos os parâmetros (incidência e severidade) e época de avaliações, não foram significativas pelo teste F.

Tabela 11. Análise de variância da incidência (%) da doença mancha preta sobre frutos cítricos, na primeira época de avaliação (pré-colheita), em plantas da variedade Valência da safra 2005-2006. (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Causa da variação (Fator)	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Volume (V)	2	1660,9968259	830,4984130	1,2278 NS
Lado (L)	1	9602,6706345	9602,6706345	14,1964**
Setor horizontal (SH)	2	745,6387612	372,8193806	0,5512 NS
Setor vertical (SV)	2	34778,7919032	17389,3959516	25,7081**
V x L	2	48,9685381	24,4842691	0,0362 NS
V x SH	4	379,2315328	94,8078832	0,1402 NS
V x SV	4	525,6481336	131,4120334	0,1943 NS
L x SH	2	314,3997148	157,1998574	0,2324 NS
L x SV	2	119,6683757	59,8341878	0,0885 NS
SH x SV	4	279,5177639	69,8794410	0,1033 NS
V x L x SH	4	582,3589244	145,5897311	0,2152 NS
V x L x SV	4	495,1332551	123,7833138	0,1830 NS
V x SH x SV	8	553,5802654	69,1975332	0,1023 NS
L x SH x SV	4	143,6521168	35,9130292	0,0531 NS
V x L x SH x SV	8	300,8246959	37,6030870	0,0556 NS
Resíduo	162	109579,6153034	676,4173784	
Total	215	160110,6967448		

Média Geral = 51,310184
 Coeficiente de Variação (%) = 50,688

** Significativo pelo teste F (P >0,01)

Tabela 12. Análise de variância da incidência (%) da doença mancha preta sobre frutos cítricos, na segunda época de avaliação (colheita), em plantas da variedade Valência da safra 2005-2006 (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Causa da variação (Fator)	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Volume (V)	2	1834,6979756	917,3489878	4,6266 *
Lado (L)	1	1496,7758539	1496,7758539	7,5489 **
Setor horizontal (SH)	2	207,8425939	103,9212970	0,5241 NS
Setor vertical (SV)	2	26831,8813717	13415,9406858	67,6621 **
V x L	2	885,5397368	442,7698684	2,2331 NS
V x SH	4	206,7892048	51,6973012	0,2607 NS
V x SV	4	136,3455742	34,0863935	0,1719 NS
L x SH	2	824,3039713	412,1519856	2,0787 NS
L x SV	2	660,5824680	330,2912340	1,6658 NS
SH x SV	4	209,1517935	52,2879484	0,2637 NS
V x L x SH	4	241,6237401	60,4059350	0,3047 NS
V x L x SV	4	388,9816545	97,2454136	0,4904 NS
V x SH x SV	8	244,1452940	30,5181618	0,1539 NS
L x SH x SV	4	500,1654893	125,0413723	0,6306 NS
V x L x SH x SV	8	449,8989636	56,2373705	0,2836 NS
Resíduo	162	32121,1078515	198,2784435	
Total	215	67239,8335367		

Média Geral = 80,206482
 Coeficiente de Variação (%) = 17,556

** Significativo pelo teste F (P > 0,01)

* Significativo pelo teste F (P > 0,05)

Tabela 13. Análise de variância da severidade da doença mancha preta sobre frutos cítricos, na primeira época de avaliação (pré-colheita), em plantas da variedade Valência da safra 2005-2006 (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Causa da variação (Fator)	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Volume (V)	2	0,8715851	0,4357925	3,4517 NS
Lado (L)	1	3,4025550	3,4025550	26,9502 **
Setor horizontal (SH)	2	0,2592352	0,1296176	1,0266 NS
Setor vertical (SV)	2	8,5527516	4,2763758	33,8714 **
V x L	2	0,1457630	0,0728815	0,5773 NS
V x SH	4	0,2374454	0,0593613	0,4702 NS
V x SV	4	0,0506788	0,0126697	0,1004 NS
L x SH	2	0,1668908	0,0834454	0,6609 NS
L x SV	2	0,5471410	0,2735705	2,1668 NS
SH x SV	4	0,3300370	0,0825092	0,6535 NS
V x L x SH	4	0,1729953	0,0432488	0,3426 NS
V x L x SV	4	0,1024286	0,0256072	0,2028 NS
V x SH x SV	8	0,1551240	0,0193905	0,1536 NS
L x SH x SV	4	0,3003260	0,0750815	0,5947 NS
V x L x SH x SV	8	0,5752131	0,0719016	0,5695 NS
Resíduo	162	20,4530266	0,1262533	
Total	215	36,3231964		

Média Geral = 0,758194
 Coeficiente de Variação (%) = 46,864

** Significativo pelo teste F ($P > 0,01$)

Tabela 14. Análise de variância da severidade da doença mancha preta sobre frutos cítricos, na segunda época de avaliação (colheita), em plantas da variedade Valência da safra 2005-2006 (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Causa da variação (Fator)	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Volume (V)	2	0,4433450	0,2216725	0,9644 NS
Lado (L)	1	59,7703800	59,7703800	260,0408 **
Setor horizontal (SH)	2	3,8217173	1,9108587	8,3135 **
Setor vertical (SV)	2	34,9370872	17,4685436	75,9998 **
V x L	2	1,0294368	0,5147184	2,2394 NS
V x SH	4	0,6547555	0,1636889	0,7122 NS
V x SV	4	1,1622064	0,2905516	1,2641 NS
L x SH	2	4,2706896	2,1353448	9,2902 NS
L x SV	2	1,0533779	0,5266890	2,2914 NS
SH x SV	4	1,3023762	0,3255940	1,4166 NS
V x L x SH	4	0,4110016	0,1027504	0,4470 NS
V x L x SV	4	0,4311283	0,1077821	0,4689 NS
V x SH x SV	8	2,0133725	0,2516716	1,0949 NS
L x SH x SV	4	1,3781113	0,3445278	1,4989 NS
V x L x SH x SV	8	2,2809277	0,2851160	1,2404 NS
Resíduo	162	37,2356971	0,2298500	
Total	215	152,1956102		

Média Geral = 1,545475
 Coeficiente de Variação (%) = 31,021

** Significativo pelo teste F ($P > 0,01$)

Aplicando-se o teste de comparação às médias dos fatores significativos pelo teste F, observa-se que a incidência de frutos com lesões de mancha preta para ambas as épocas foi superior no lado direito em relação ao esquerdo (Tabela 15) e decrescente do setor alto para o setor baixo da planta (Tabela 16). Dessa forma observa-se que a incidência da mancha preta apresenta uma correlação positiva com a insolação da planta, onde o lado direito e o setor vertical alto da planta permanecem mais expostos. Esses resultados corroboram com os relatos de Kotzé (1981), o qual descreveu que, dentre outros fatores, a maior exposição dos frutos aos raios solares, favorece a expressão da doença.

O maior problema ocorrido nos ponteiros, provavelmente pode estar diretamente relacionado com as menores deposições das pulverizações para o controle dessa

doença nesse setor, conforme constatado por Ramos et al. (2004); Araújo et al. (2008) e também, Albrigo et al. (1997) apud Albrigo et al. (2005). Esses últimos relataram que, frutos do topo da planta, bem como os internos a copa, recebem menos depósitos do íon cobre da maioria dos equipamentos de pulverização. Ramos et al. (2008b) ao avaliarem porcentagem de área coberta pela pulverização em frutos cítricos, também concluíram que o setor alto da planta é o mais difícil de ser atingido pelo produto aplicado com turbopulverizadores.

Além disso, observou-se que a incidência da doença dentro de cada setor elevou sobremaneira da primeira para a segunda época de avaliação (Tabela 16), com um aumento de 30,5; 29,4 e 26,7% respectivamente, para o setor baixo, médio e alto. O setor baixo com menor incidência da doença na segunda apresentou valor próximo ao constatado no setor alto na primeira avaliação. Demonstrando que quanto maior o período que o fruto permanece na planta em regiões epidêmicas da mancha preta, pode favorecer ainda mais a manifestação da doença quando as condições ambientais forem favoráveis ao patógeno. Assim, o produtor deve adequar sua estrutura operacional para realizar a colheita sem atrasos e no menor período possível.

Tabela 15. Incidência de frutos de laranjeira ‘Valência’ (%) com lesões de mancha preta em dois lados da planta, direito (maior exposição ao sol) e esquerdo, em duas épocas de avaliação. (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Lado	Incidência (%)	
	Pré-Colheita	Colheita
Direito	57,97 a ¹	82,84 a
Esquerdo	44,64 b	77,57 b
	Média: 51,31	Média: 80,21
	CV(%): 50,69	CV(%): 17,56
	DMS(5%): 6,98	DMS(5%): 3,78

¹ Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16. Incidência de frutos de laranja 'Valência' (%) com lesões de mancha preta segundo o setor vertical da planta, em duas épocas de avaliação. (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Setor Vertical	Incidência (%)	
	Pré-Colheita	Colheita
Alto	66,28 a ¹	93,01 a
Médio	52,39 b	81,77 b
Baixo	35,26 c	65,84 c
	Média: 51,31	Média: 80,21
	CV(%): 50,69	CV(%): 17,56
	DMS(5%): 10,23	DMS(5%): 5,54

¹ Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao volume de aplicação, apesar de não apresentarem diferenças significativas na avaliação da pré-colheita, o volume de 3,5 L.planta⁻¹ apresentou nível de incidência da doença significativamente menor aos outros volumes considerados por ocasião da colheita. Isso demonstra que foi possível reduzir o volume no tratamento fitossanitário de pomares com turbopulverizadores para 3,5 L.planta⁻¹ sem afetar o nível de incidência da doença (Tabela 17). Apesar dessa diferença, a menor incidência com esse volume, ainda foi bastante elevada, com valor igual a 76%.

Tabela 17. Incidência de frutos de laranja 'Valência' (%) com lesões de mancha preta segundo o volume de aplicação considerado, em duas épocas de avaliação. (Mogi Guaçu-SP, 2006).

Volume (L.planta ⁻¹)	Incidência (%)	
	Pré-Colheita	Colheita
3,5	55,19 a ¹	76,09 b
4,5	48,90 a	82,47 a
8,5	49,84 a	82,06 a
	Média: 51,31	Média: 80,21
	CV(%): 50,69	CV(%): 17,56
	DMS(5%): 10,23	DMS(5%): 5,54

¹ Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pela Tabela 18, observa-se que tanto na pré-colheita quanto na colheita a severidade da doença (expressa através do índice de doença – IDO) foi superior no lado direito em relação ao esquerdo e, decrescente da parte superior para a parte inferior da planta

(Tabela 19). Dessa forma observa-se que a severidade da mancha preta também apresenta uma correlação positiva com a maior exposição da planta aos raios solares, ratificando as considerações de Kotzé (1981).

Com relação ao volume de aplicação, a redução no volume para 3,5 L.planta⁻¹ também não interferiu na severidade da doença.

Quanto à severidade da doença no setor horizontal da planta, na segunda época de avaliação, não foram obtidos resultados de aplicação prática. O setor de saída (entre plantas) foi o que apresentou os maiores níveis da doença e o de entrada (também entre plantas), os menores, porém a severidade nos setores de entrada e saída não diferiu daquela obtida no setor frontal, que apresentou valor intermediário (Tabela 20).

Tabela 18. Severidade (expressa pelo índice de doença) de lesões de mancha preta sobre frutos de laranjeira 'Valência' em dois lados da planta, direito (maior exposição ao sol) e esquerdo, em duas épocas de avaliação (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Lado	Severidade	
	Pré-Colheita ⁽¹⁾	Colheita
Direito	0,88 a	2,07 a
Esquerdo	0,63 b	1,04 b
	Média: 0,75	Média: 1,55
	CV(%): 46,86	CV(%): 31,02
	DMS(5%): 0,10	DMS(5%): 0,13

(1) Dados transformados por raiz (x)

Tabela 19. Severidade (expressa pelo índice de doença) de lesões de mancha preta sobre frutos de laranjeira 'Valência' segundo o setor vertical considerado, em duas épocas de avaliação. (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Setor Vertical	Severidade	
	Pré-Colheita ⁽¹⁾	Colheita
Alto	1,00 a	4,31 a
Médio	0,76 b	2,12 b
Baixo	0,51 c	1,22 c
	Média: 0,75	Média: 1,55
	CV(%): 46,86	CV(%): 31,02
	DMS(5%): 0,14	DMS(5%): 0,19

(1) Dados transformados por raiz (x)

Tabela 20. Severidade (expressa pelo índice de doença) de lesões de mancha preta sobre frutos de laranja 'Valência', para três diferentes setores horizontais da planta, na segunda época de avaliação (Mogi Guaçu-SP. 2006).

Setor Vertical	Severidade ¹
Saída	1,72 ² a
Frontal	1,53 ab
Entrada	1,39 b
DMS (1%) = 0,23541	
Média geral = 1,545	
C.V.(%) = 31,0	

¹Dados transformados por Raiz de x

²Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.6 Incidência e severidade da doença sobre os frutos (safra 2006-2007)

Em relação à segunda safra experimental, onde foi adicionado o tratamento testemunha (volume aplicado igual a zero), pode-se verificar que houve efeito significativo do volume de pulverização e setor vertical de amostragem, bem como da interação entre esses, sobre a incidência de mancha preta nos frutos tanto na pré-colheita (30/08/2007) quanto na colheita (29/10/2007) dos frutos (Tabelas 21 e 22). O lado da planta influenciou significativamente na incidência da doença somente na pré-colheita (Tabela 21). Pode-se observar também, que duas interações triplas e uma quádrupla entre os fatores, na primeira época, apresentaram-se significativas (Tabela 21), porém não foi possível identificar diferenças significativas entre os valores médios desses fatores.

Tabela 21. Análise de variância da incidência (%) da doença mancha preta sobre frutos cítricos, na primeira época de avaliação (pré-colheita), em plantas da variedade Valência da safra 2006-2007 (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Causa da variação (Fator)	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Volume (V)	3	36613,72895	12204,57632	27,2806 **
Lado (L)	1	9110,26666	9110,26666	20,3640 **
Setor horizontal (SH)	2	1778,75253	889,37627	1,9880 NS
Setor vertical (SV)	2	23070,27789	11535,13895	25,7842 **
V x L	3	351,50196	117,16732	0,2619 NS
V x SH	6	1643,27719	273,87953	0,6122 NS
V x SV	6	529,27173	88,21196	0,1972 *
L x SH	2	137,39128	68,69564	0,1536 NS
L x SV	2	214,07582	107,03791	0,2393 NS
SH x SV	4	645,54222	161,38556	0,3607 NS
V x L x SH	6	2015,29006	335,88168	0,7508 NS
V x L x SV	6	672,53069	112,08845	0,2505 NS
V x SH x SV	12	1696,93147	141,41096	0,3161 *
L x SH x SV	4	103,00239	25,75060	0,0576 *
V x L x SH x SV	12	1439,07267	119,92272	0,2681 *
Tratamentos	71	80020,91352	1127,05512	2,5193 **
Resíduo	216	96632,27753	447,37166	
Total	287	176653,19106		

Média Geral = 49,42621
 Coeficiente de Variação (%) = 42,79341

** Significativo pelo teste F ($P > 0,01$)

* Significativo pelo teste F ($P > 0,05$)

Tabela 22. Análise de variância da incidência (%) da doença mancha preta sobre frutos cítricos, na segunda época de avaliação (colheita), em plantas da variedade Valência da safra 2006-2007 (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Causa da variação (Fator)	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Volume (V)	3	18703,54141	6234,51380	35,1712 **
Lado (L)	1	340,54654	340,54654	1,9211 NS
Setor horizontal (SH)	2	1273,97760	636,98880	3,5935 NS
Setor vertical (SV)	2	25913,06789	12956,53395	73,0926 **
V x L	3	186,09954	62,03318	0,3500 NS
V x SH	6	941,58665	156,93111	0,8853 NS
V x SV	6	9898,31470	1649,71912	9,3067 **
L x SH	2	212,47077	106,23538	0,5993 NS
L x SV	2	445,96653	222,98326	1,2579 NS
SH x SV	4	2240,62341	560,15585	3,1600 NS
V x L x SH	6	483,94306	80,65718	0,4550 NS
V x L x SV	6	347,14195	57,85699	0,3264 NS
V x SH x SV	12	1814,75519	151,22960	0,8531 NS
L x SH x SV	4	612,42843	153,10711	0,8637 NS
V x L x SH x SV	12	992,92799	82,74400	0,4668 NS
Tratamentos	71	64407,39165	907,14636	5,1175 **
Resíduo	216	38288,56229	177,26186	
Total	287	102695,95393		
Média Geral = 86,34362				
Coeficiente de Variação (%) = 15,41975				

** Significativo pelo teste F (P >0,01)

* Significativo pelo teste F (P >0,05)

Pela Tabela 23 (pré-colheita, 30/08/2007), verifica-se que houve influência significativa do lado direito da planta na incidência de lesões da mancha preta sobre frutos cítricos, com valores médios significativamente maiores aos observados no lado esquerdo da planta, semelhantemente ao ocorrido na safra anterior. Apesar de não confirmar esse fato na segunda avaliação (colheita, 29/10/2007) desse parâmetro na safra 2006/2007, verifica-se que, na maioria das vezes, a incidência da doença mancha preta apresenta uma correlação positiva com a maior exposição dos frutos aos raios solares.

Tabela 23. Incidência de frutos de laranjeira ‘Valência’ (%) com lesões de mancha preta, em dois lados da planta, direito (maior exposição ao sol) e esquerdo, na primeira época de avaliação. (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Lado	Incidência (%)	
Direito	55,05 a	
Esquerdo	43,80 b	
DMS (5%) = 4,91	Média geral = 49,43	C.V.(%) = 42,79

Análise do desdobramento dos valores médios de incidência da doença para a interação entre os fatores volume e setor vertical na primeira época (pré-colheita) permitiu inferir que, para cada um dos setores verticais entre plantas, o aumento do volume, partindo do zero (testemunha) mostrou relação inversa à incidência da doença. Porém, a redução da doença foi significativa somente com o maior volume aplicado – 8,5 L.planta⁻¹ (Tabela 24). Dentro de cada volume avaliado, o setor alto da planta foi o que apresentou as maiores incidências e o setor baixo, as menores. No setor médio da planta a incidência de lesões foi estatisticamente igual àquela do setor alto da planta, para o tratamento testemunha e, para os demais volumes de pulverização, no setor médio verificou-se valores médios intermediários de incidência, não diferindo dos valores nos demais setores da planta.

Na segunda época de avaliação (colheita), considerando a mesma interação de fatores anteriormente descrita, verificou-se que os valores médios de incidência aumentaram em relação a primeira época, especialmente para o tratamento testemunha no qual atingiu valores de aproximadamente 100% em todos os setores verticais de avaliação. Valores médios significativamente maiores de incidência da doença foram obtidos em plantas não tratadas nos setores médio e baixo da planta (Tabela 25). No entanto, na parte alta da planta não houve diferença na incidência da doença quando comparada às plantas tratadas. Assim, denota-se que, a soma dos fatores: maior exposição à chuva durante a época das pulverizações contribuindo para a remoção do fungicida sobre os frutos; a tendência de menores deposições do produto com esse turbopulverizador (conforme os resultados de deposições apresentados na Tabela 7); a maior exposição dos frutos aos raios solares no setor alto da planta; além do maior tempo de permanência do fruto na planta para as variedades de ciclo tardio (Valência),

inviabilizam o controle dessa doença no setor alto da planta em regiões epidêmicas do patógeno, independente do volume de pulverização.

Ainda, na Tabela 25, complementando as informações acima, dentro dos volumes aplicados de 3,5; 4,5 e 8,5 L.planta⁻¹, a incidência da doença sobre os frutos mostrou correlação positiva com a altura da planta, de forma significativa entre os três setores. Na aplicação de 8,5 L.planta⁻¹ os melhores resultados no controle da doença foi no setor baixo das plantas, porém não diferindo estatisticamente daquele obtido com 4,5 L.planta⁻¹. Isso viabiliza a redução do volume aplicado para 4,5 L.planta⁻¹, já que não foi inferior ao maior volume pulverizado em nenhum dos parâmetros avaliados na época da colheita para as duas safras.

Tabela 24. Desdobramento dos valores médios da incidência de frutos de laranja ‘Valência’ (%) com lesões de mancha preta, em três setores verticais na planta, para diferentes volumes de pulverização, na primeira época de avaliação (Mogi Guaçu – SP, 2007).

INCIDÊNCIA (%)						
Setor vertical						
Volume (l.planta ⁻¹)	Baixo		Médio		Alto	
0,0	45,57 a ¹	B	60,09 a	A	70,39 a	A
3,5	50,19 a	B	58,18 a	AB	69,19 a	A
4,5	39,31 a	B	45,95 a	AB	60,19 a	A
8,5	20,76 b	B	29,78 b	AB	43,52 b	A
Média Geral = 49,43			DMS (5%) para colunas = 15,80			
C.V. (%) = 42,79			DMS (5%) para linhas = 14,40			

¹ Médias seguidas por letras iguais nas colunas (minúsculas) e nas linhas (maiúsculas) não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade

Tabela 25. Desdobramento dos valores médios da incidência de frutos de laranja 'Valência' (%) com lesões de mancha preta, em três setores verticais na planta, para diferentes volumes de pulverização, na segunda época de avaliação (Mogi Guaçu – SP, 2007).

INCIDÊNCIA (%)				
Volume (L.planta ⁻¹)	Setor vertical			
	Baixo	Médio	Alto	
0,0	99,61 a ¹ A	99,49 a A	99,83 a A	
3,5	74,04 b C	84,65 b B	98,14 a A	
4,5	66,09 bc C	81,93 b B	96,05 a A	
8,5	58,59 c C	80,48 b B	97,22 a A	
Média Geral = 86,34		DMS(5%) para colunas = 9,9460		
C.V. (%) = 15,42		DMS (5%) para linhas = 9,0628		

¹ Médias seguidas por letras iguais nas colunas (minúsculas) e nas linhas (maiúsculas) não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade

Pode-se verificar que houve efeito do volume de pulverização e do setor vertical de amostragem na planta sobre a severidade da doença mancha preta nos frutos cítricos para as duas épocas de avaliação (pré-colheita – 30/08/2007 e colheita – 29/10/2007), bem como do lado da planta sobre a severidade da doença na primeira época e a interação do fatores volume e setor horizontal da planta sobre a severidade na segunda época (Tabelas 26 e 27). Nota-se que, semelhante ao ocorrido com a incidência da doença nessa safra e diferentemente do que aconteceu na safra anterior para os dois parâmetros avaliados (2005/2006), o parâmetro severidade também não apresentou diferenças significativas em relação ao lado da planta na segunda época de avaliação (colheita), demonstrando que nessa safra, a ocorrência de inóculo do fungo provavelmente foi maior na época de suscetibilidade dos frutos.

Também pode se verificar que duas interações triplas, uma na primeira (Tabela 26) e outra na segunda época (Tabela 27), se apresentaram significativas, porém não foi possível identificar diferenças significativas entre os valores médios desses fatores.

Tabela 26. Análise de variância da severidade da doença mancha preta sobre frutos cítricos, na primeira época de avaliação (pré-colheita), em plantas da variedade Valência da safra 2006-2007 (Mogi-Guaçu – SP, 2007).

Causa da variação (Fator)	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Volume (V)	3	8,92600	2,97533	12,9810 **
Lado (L)	1	4,68410	4,68410	20,4361 **
Setor horizontal (SH)	2	0,34540	0,17270	0,7535 NS
Setor vertical (SV)	2	4,03193	2,01597	8,7954 **
V x L	3	0,15951	0,05317	0,2320 NS
V x SH	6	0,65612	0,10935	0,4771 NS
V x SV	6	0,52386	0,08731	0,3809 NS
L x SH	2	0,05159	0,02580	0,1125 NS
L x SV	2	0,23080	0,11540	0,5035 NS
SH x SV	4	0,51657	0,12914	0,5634 NS
V x L x SH	6	0,57324	0,09554	0,4168 NS
V x L x SV	6	1,85331	0,30889	1,3476 NS
V x SH x SV	12	0,73539	0,06128	0,2674 *
L x SH x SV	4	0,45351	0,11338	0,4947 NS
V x L x SH x SV	12	1,16365	0,09697	0,4231 NS
Tratamentos	71	24,90500	0,35077	1,5304 *
Resíduo	216	49,50870	0,22921	
Total	287	74,41370		

Média Geral = 0,81531
 Coeficiente de Variação (%) = 58.72074

** Significativo pelo teste F (P >0,01)

* Significativo pelo teste F (P >0,05)

Tabela 27. Análise de variância da severidade da doença mancha preta sobre frutos cítricos, na segunda época de avaliação (colheita), em plantas da variedade Valência da safra 2006-2007 (Mogi-Guaçú – SP, 2007).

Causa da variação (Fator)	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Volume (V)	3	1048,31353	349,43784	89,7144 **
Lado (L)	1	11,73334	11,73334	3,0124 NS
Setor horizontal (SH)	2	19,99693	9,99846	2,5670 NS
Setor vertical (SV)	2	433,50873	216,75437	55,6493 **
V x L	3	4,22058	1,40686	0,3612 NS
V x SH	6	72,69073	12,11512	3,1104 *
V x SV	6	8,74685	1,45781	0,3743 NS
L x SH	2	1,66015	0,83008	0,2131 NS
L x SV	2	1,29784	0,64892	0,1666 NS
SH x SV	4	7,05902	1,76476	0,4531 NS
V x L x SH	6	4,51090	0,75182	0,1930 *
V x L x SV	6	5,12342	0,85390	0,2192 NS
V x SH x SV	12	50,97988	4,24832	1,0907 NS
L x SH x SV	4	19,88396	4,97099	1,2762 NS
V x L x SH x SV	12	19,12087	1,59341	0,4091 NS
Tratamentos	71	1708,84672	24,06826	6,1793 **
Resíduo	216	841,32096	3,89500	
Total	287	2550,16768		
Média Geral = 3,29054				
Coeficiente de Variação (%) = 59,97720				

** Significativo pelo teste F ($P > 0,01$)

* Significativo pelo teste F ($P > 0,05$)

Seguindo a mesma tendência dos registros anteriores, onde o lado da planta influenciou significativamente sobre os parâmetros avaliados, verifica-se que a severidade da doença foi maior no lado direito da planta na primeira época de avaliação – pré-colheita (Tabela 28), confirmando a correlação positiva entre severidade e exposição dos frutos aos raios solares e, na maior parte das vezes, corroborando com as informações de KOTZÉ (1981).

Tabela 28. Severidade (expressa pelo índice de doença) de lesões de mancha preta sobre frutos de laranjeira ‘Valência’, segundo o lado da planta considerado, na primeira época de avaliação. (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Lado	Severidade ¹	
Direito	0,94 ² a	
Esquerdo	0,69 b	
DMS (5%) = 0,11	Média geral = 0,82	C.V.(%) = 58,72

¹Dados transformados por Raiz de x

²Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao volume de pulverização e setor vertical da planta nota-se que, na época pré-colheita ocorre maior diferenciação entre tratamentos (Tabela 29), com redução progressiva dos valores de severidade de plantas não tratadas para o maior volume pulverizado (8,5 L.planta⁻¹). O volume de 4,5 L.planta⁻¹ não diferiu do volume de 3,5L.planta⁻¹, porém a severidade foi significativamente menor com 4,5 L.planta⁻¹ em relação às plantas não tratadas. Na época da colheita (Tabela 29), a testemunha expressa valor de severidade significativamente maior que os outros tratamentos e com valor absoluto superior. Já os volumes aplicados não demonstram diferenças, passando assim a ter resultados similares aos da primeira safra.

Os setores vertical alto e médio da planta foram os locais com maior severidade da doença na pré-colheita e, na colheita, a severidade apresentou relação direta com a altura da planta (Tabela 30), como ocorrido na primeira safra para as duas épocas de avaliação. Isso evidencia a maior ineficácia de controle no setor alto da planta em pomares epidêmicos, com esse tipo de aplicação, como já foi discutido anteriormente. Comparando os valores entre safras na colheita (Tabelas 19 e 30), observa-se que na safra 2006/2007 a severidade foi ligeiramente maior em todos os setores verticais, reafirmando a possibilidade de maior ocorrência de inóculo durante o período de suscetibilidade dos frutos para essa safra, além da precipitação pluviométrica total durante o período de pulverizações/suscetibilidade dos frutos aumentar de 759,5 para 874 mm de uma safra para outra, o que pode ter aumentando a exposição dos frutos à lavagem após a pulverização dos produtos fitossanitários.

Tabela 29. Severidade (expressa pelo índice de doença) de lesões de mancha preta sobre frutos de laranjeira ‘Valência’, para diferentes volumes de pulverização, em duas épocas de avaliação. (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Volume (L.planta ⁻¹)	Severidade ¹	
	Pré-Colheita ⁽²⁾	Colheita
0,0	1,03 a	6,56 a
3,5	0,90 ab	2,68 b
4,5	0,78 b	1,96 b
8,5	0,55 c	1,96 b
	Média: 0,82	Média: 3,29
	CV(%): 58,72	CV(%): 59,98
	DMS(5%): 0,16	DMS(5%): 0,67

¹ Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

² Dados transformados por raiz (x)

Tabela 30. Severidade (expressa pelo índice de doença) de lesões de mancha preta sobre frutos de laranjeira ‘Valência’, segundo o setor vertical da planta, em duas épocas de avaliação. (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Setor Vertical	Severidade ¹	
	Pré-Colheita ⁽²⁾	Colheita
Alto	0,95 a	4,93 a
Médio	0,84 a	2,95 b
Baixo	0,66 b	1,99 c
	Média: 0,82	Média: 3,29
	CV(%): 58,72	CV(%): 59,98
	DMS(5%): 0,16	DMS(5%): 0,67

¹ Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

² Dados transformados por raiz (x)

De modo geral, não houve efeito significativo no desdobramento da interação entre volume de pulverização e setores horizontais de amostragem na planta (entrada, frontal e saída) sobre a severidade da doença mancha preta sobre frutos cítricos.

6.7 Queda de frutos e produção (safra 2005-2006)

Pode-se constatar que, apenas a época de avaliação influenciou significativamente sobre a quantidade média de frutos caídos (Tabela 31).

Tabela 31. Análise de variância do número médio da queda de frutos de laranjeira ‘Valência’ na safra 2005-2006, para cada período de avaliação (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Causa da variação	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Parcelas (VOLUME)	2	8,2399	4,1199	0,83 NS
resíduo (Parcelas)	9 (11)	44,5296	4,9477	
Subparcelas (ÉPOCA)	6	404,0014	67,3336	48,81 **
VOLUME x ÉPOCA	12	10,2358	0,8530	0,62 NS
resíduo	54	74,5005	1,3796	
Total	83	541,5072		
C.V. para parcelas (%) = 37,69				
C.V. para subparcelas (%) = 19,90				

A queda dos frutos foi crescente com a época de avaliação sendo menor nas duas primeiras (início da maturação dos frutos), intermediária nas três avaliações seguintes (terceira, quarta e quinta) e crescente a partir da quinta avaliação (Tabela 32).

Provavelmente, diversos fatores contribuíram para a elevação do número de frutos caídos com o passar das avaliações, principalmente nas duas últimas (respectivamente, 15 de outubro e 01 de novembro de 2006), pela maior maturação dos frutos (período no qual foi atingido, de acordo com informações da Fischer S.A., o ratio de 10,25 nos frutos – relação sólidos solúveis pela acidez –, adequado à colheita), bem como o aumento da severidade da doença no pomar nesse período (época da segunda avaliação de severidade – 01/11/2006). Esse fato, confirma as observações de Fagan e Góes (1999), em trabalho realizado com a variedade Natal, que afirmam existir alta correlação entre níveis de severidade da doença e porcentual de queda dos frutos; embora a abscisão dos frutos também possa estar relacionada ao aumento endógeno do teor de etileno. Aliado a isto, a variedade Valência apresenta maturação tardia, com os frutos permanecendo mais tempo na planta expostos à intensa radiação solar e às altas temperaturas e, conseqüentemente, sendo primordial para que o patógeno deixe sua fase latente (de dormência) e manifeste os sintomas da doença de forma mais severa.

Tabela 32. Interferência da época de avaliação sobre o número médio (n = 12 plantas) de queda dos frutos de laranjeira ‘Valência’ em pomar com alta ocorrência da doença mancha preta. (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Época de avaliação	Média (nº de frutos/época) ⁽¹⁾
Sétima (01/11/2007)	9,88 a ⁽²⁾
Sexta (17/10/2007)	7,90 b
Quinta (02/10/2007)	5,82 c
Quarta (12/09/2007)	5,57 c
Terceira (28/08/2007)	5,56 c
Segunda (18/08/2006)	3,36 d
Primeira (02/08/2006)	3,23 d
CV(%): 19,90	DMS(5%): 1,47

⁽¹⁾ Dados transformados por Raiz de x

⁽²⁾ Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A observação de dados climáticos registrados na fazenda durante os períodos de avaliações também possibilitou fazer algumas inferências. Considerando que o fungo *G. citricarpa* pode permanecer em dormência por um longo período após ter infectado o fruto e, que esse período pode ser interrompido com a maturação do fruto ou com a ocorrência de clima favorável ao patógeno, geralmente quando a temperatura ultrapassa 21 °C (McONIE, 1964 apud LARANJEIRA et al., 2005a), pode-se inferir que: o número de dias com temperaturas acima de 21 °C (Tabela 33) e a maturação dos frutos foram consideravelmente crescentes de agosto até outubro, o que pode ter favorecido o aumento de incidência e severidade da doença, bem como a queda dos frutos, ao longo desse período onde se concentraram as avaliações desses fatores.

Apesar de recentes pesquisas informarem que o espectro de temperatura para o fungo deixar o período latente e manifestar os sintomas (geralmente acima de 21°C) é muito mais amplo, pelo fato de temperaturas menores poderem ser compensadas por maiores períodos de molhamento (temperatura de 10°C e período de molhamento de 48 horas permite o desenvolvimento do patógeno), não invalidam a idéia de que o aumento de temperatura favorece a manifestação da doença.

Tabela 33. Número de dias por mês com temperaturas médias (°C) acima de 21°C, adequadas para expressão dos sintomas da doença, no período das avaliações na área experimental (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Nº de dias por mês com Temperaturas Médias acima de 21°C		
Agosto	Setembro	Outubro
4	13	28

Também na avaliação da queda de frutos, assim como na de incidência e severidade, os volumes de aplicação não interferiram significativamente sobre o controle da doença. No entanto, a partir dos 89 dias após início das avaliações de queda (15/10/2007) observou-se uma tendência de maior queda para os menores volumes (Figura 20).

Ao final do período das avaliações, as plantas pulverizadas com 3,5 litros apresentaram a maior porcentagem acumulada de queda dos frutos (28,3%), já aquelas pulverizadas com 8,5 litros apresentaram a menor porcentagem (24,0%) – Figura 20. Contudo, os tratamentos com 3,5 e 4,5 L.planta⁻¹ resultaram em maiores produções estimadas para o início das avaliações (soma de todos frutos caídos mais os frutos colhidos no final) sendo, respectivamente, de 216,47 kg.planta⁻¹ (ou 5,3 caixas.planta⁻¹) e 216,72 kg.planta⁻¹ (ou 5,3 caixas.planta⁻¹), comparativamente ao tratamento de 8,5 L.planta⁻¹, que produziu 195,46 kg.planta⁻¹ (ou 4,8 caixas.planta⁻¹). A produção inicial estimada (se não ocorresse queda de frutos) pode ter influenciado na inexistência de diferenças estatísticas entre os tratamentos na colheita dos frutos (Tabela 34), onde ao final das avaliações de queda dos frutos, a produção foi de 3,80; 3,95 e 3,68 caixas.planta⁻¹, respectivamente do menor para o maior volume de aplicação.

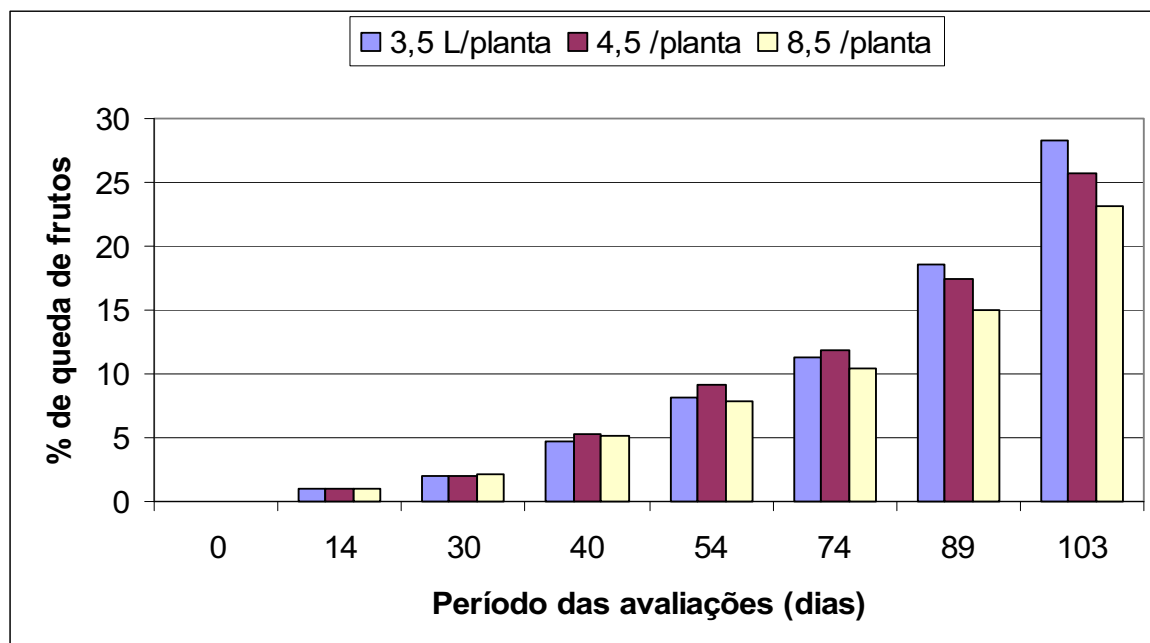


Figura 20. Porcentagem acumulada de queda de frutos para os volumes de calda analisados nas diferentes épocas de avaliação (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Tabela 34. Análise de variância da produção de plantas de laranjeira ‘Valência’, para três volumes de pulverização utilizados no controle da doença mancha preta, durante a safra 2005-2006 (Mogi Guaçu – SP, 2006).

Causa da variação	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Tratamentos (VOLUME)	2	694,7960	347,3980	0,25 NS
resíduo	33	45501,9726	1378,8477	
Total	35	46196,7686		
Média geral do ensaio = 155,4836		Desvio padrão = 37,1328		
Coeficiente de variação (%) = 23,88				

6.8 Queda de frutos e produção (safra 2006-2007)

Para os dados referentes à safra 2006/2007, onde foram incluídas as parcelas testemunha (sem pulverização de fungicidas), pode-se observar, semelhantemente ao ocorrido na safra anterior, que apenas a época de avaliação influenciou significativamente na queda de frutos (Tabela 35). Dessa forma, analisando-se a taxa de queda dos frutos para cada

período quinzenal das sete avaliações averiguou-se que o tratamento testemunha não apresentou aumentos significativos em relação aos tratamentos com aplicação de fungicidas.

Tabela 35. Análise de variância do número médio da queda de frutos de laranjeira ‘Valência’ na safra 2006-2007, para cada período de avaliação (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Causa da variação	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Parcelas (Volume)	3	37,5636	12,5212	1,97 NS
resíduo (Parcelas)	12 (15)	76,4136	6,3678	
Subparcelas (Época)	6	724,4873	120,7479	84,67 **
Parcelas x Subparcelas	18	40,2477	2,2360	1,57 NS
resíduo	72	102,6764	1,4261	
Total	111	981,3886		

C.V. para parcelas (%) = 36,69
C.V. para subparcelas (%) = 17,36

Pode-se verificar que, a queda dos frutos, como ocorrido na safra anterior, foi crescente com a época de avaliação, porém sendo menor nas três primeiras (31 de julho, 15 e 16 de agosto), intermediária nas duas avaliações seguintes (14 e 28 de setembro) e significativamente maiores na sexta – 15 de outubro – e sétima – 29 de outubro – avaliações (Tabela 36).

Como já comentado anteriormente, o progresso na maturação dos frutos e da severidade da doença ao longo do tempo, contribuíram para a elevação do número de frutos caídos com o passar das avaliações, principalmente nas duas últimas.

Os dados climáticos mais uma vez confirmam que o número de dias com temperaturas acima de 21 °C foi consideravelmente crescente de agosto até outubro (Tabela 37), e pode ter favorecido o patógeno a deixar sua fase de dormência, confirmando afirmações de McOnie (1964) apud Laranjeira et al. (2005a), conseqüentemente aumentando a incidência e severidade da doença, bem como a queda dos frutos, ao longo desse período onde se concentraram as avaliações desses fatores.

Tabela 36. Interferência da época de avaliação sobre o número médio (n = 12 plantas) de queda dos frutos de laranjeira ‘Valência’ em pomar com alta ocorrência da doença mancha preta. (Mogi-Guaçu-SP, 2007).

Época de avaliação	Média (nº de frutos/época) ⁽¹⁾
Sétima (29/10/2007)	10,16 a ⁽²⁾
Sexta (15/10/2007)	9,86 a
Quarta (14/09/2007)	8,18 b
Quinta (28/09/2007)	7,60 b
Terceira (30/08/2007)	4,65 c
Primeira (31/07/2007)	4,08 c
Segunda (15/08/2007)	3,63 c
C.V. (%) = 17,36	DMS(5%) = 1,28

⁽¹⁾ Dados transformados por Raiz de X

⁽²⁾ Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 37. Número de dias/mês com temperaturas médias acima de 21°C, adequadas para expressão dos sintomas da doença, no período das avaliações na área experimental (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Nº de dias por mês com Temperaturas Médias acima de 21°C		
Agosto	Setembro	Outubro
0	11	21

Apesar de não haver diferença estatística entre tratamentos, avaliando a porcentagem acumulada da queda de frutos ao longo das avaliações, nota-se que a partir dos 58 dias após o início das contagens, as diferenças entre testemunha (maior porcentagem de queda) e os outros tratamentos foram crescentes (Figura 21), com diferenças de 15 e 18% em relação ao tratamento com a segunda maior queda acumulada (volume de 3,5 L.planta⁻¹) nas duas últimas avaliações, respectivamente.

Pela aplicação da análise de variância aos dados de produção das plantas em cada tratamento, verificou-se a significância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 38). Pelos valores médios obtidos nos respectivos tratamentos, pode se observar que a testemunha apresentou produção (kg.planta⁻¹) significativamente inferior aos tratamentos com o uso de pulverizações fungicidas e esses não diferiram entre si (Tabela 39).

Diferentemente do ocorrido na safra anterior, o tratamento que apresentou a maior porcentagem acumulada de queda de frutos ao final das avaliações (testemunha) – Figura 21, foi também o que resultou em menor produção estimada para o início das avaliações (soma de todos frutos caídos mais frutos colhidos no final), com valor de $166,53 \text{ kg.planta}^{-1}$ ($4,1 \text{ caixas.planta}^{-1}$), e os demais tratamentos produziram em média 4,9; 5,2 e $5,4 \text{ caixas.planta}^{-1}$, respectivamente para os volumes de 3,5; 4,5 e $8,5 \text{ L.planta}^{-1}$.

Com a observação dessa baixa produção estimada, contribuindo para a testemunha ter uma produção final significativamente inferior, porém sem diferir de forma significativa dos outros tratamentos na queda de frutos; constatou-se que, no tratamento testemunha pode ter ocorrido considerável queda precoce de frutos, antes de iniciarem as avaliações de queda no experimento. Considerando a hipótese de Kotzé (1996), que, às vezes, mesmo com poucas lesões nos frutos pode ocorrer a sua queda, leva a suspeitar do efeito de infecções ocorridas no pedúnculo dos frutos cítricos. Assim, isso pode ter ocorrido com os frutos ainda verdes.

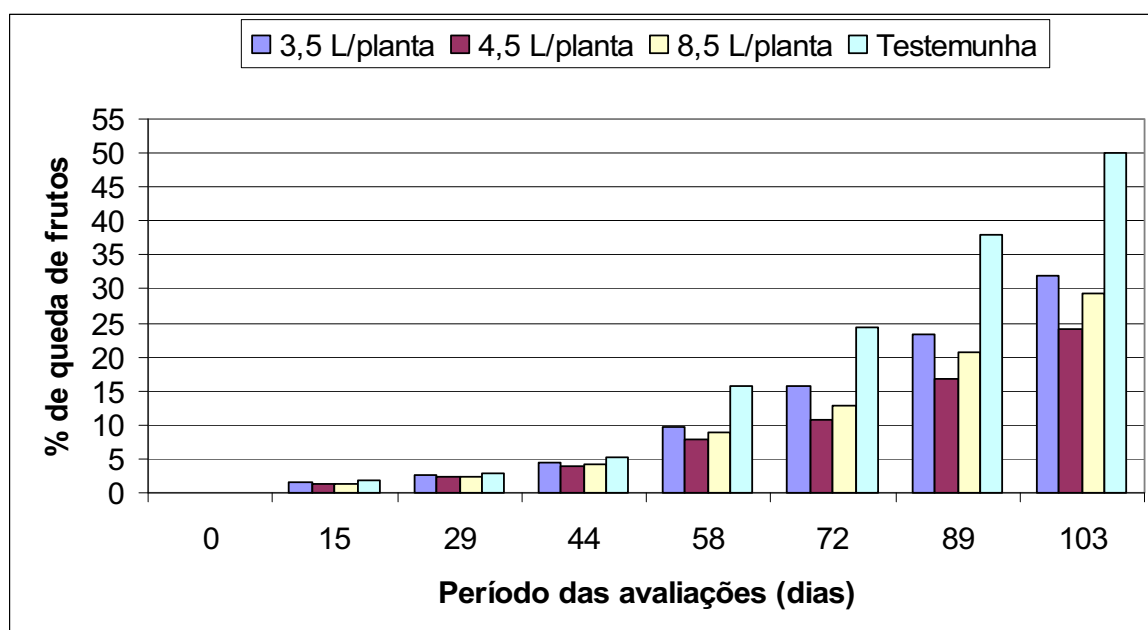


Figura 21. Porcentagem acumulada de queda de frutos para os volumes de calda analisados nas diferentes épocas de avaliação (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Tabela 38. Análise de variância da produção de plantas de laranja ‘Valência’, do tratamento testemunha (sem pulverização) e dos três volumes de pulverização utilizados no controle da doença mancha preta (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Causa da variação	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados (S.Q.)	Quadrado médio (Q.M.)	F
Tratamentos	3	44711,5662	14903,8554	11,57 **
resíduo	44	56696,8773	1288,5654	
Total	47	101408,4435		
Média geral do ensaio = 133,6725		Desvio padrão = 35,8966		
Coeficiente de variação (%) = 26,85				

Tabela 39. Média das produções de plantas de laranja ‘Valência’ entre os tratamentos com e sem pulverizações para o controle da doença mancha preta (Mogi Guaçu – SP, 2007).

Tratamentos	Produção média (kg.planta ⁻¹)
8,5 l.planta ⁻¹	161,31 a
4,5 l.planta ⁻¹	154,38 a
3,5 l.planta ⁻¹	135,63 a
Testemunha (sem pulverização)	83,38 b
C.V. (%) = 26,85	
DMS (5%) = 39,13	

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.9 Considerações finais

No geral, pode-se evidenciar que, o controle químico não proporcionou eficiência desejada na redução da mancha preta sobre frutos cítricos e que a causa, não está relacionada ao volume de pulverização, onde não ocorreram diferenças entre as deposições sobre os frutos. Pelos dados finais da produção do pomar (kg.planta⁻¹), pode-se afirmar que o menor volume pulverizado (3,5 L.planta⁻¹) pode ser utilizado, reduzindo-se os custos e aumentando significativamente a capacidade operacional dos equipamentos por ocasião do tratamento fitossanitário na citricultura. Portanto, essas evidências suportam a hipótese de que fatores como a precipitação pluviométrica e desuniformidade no florescimento sejam bastante relevantes na incidência e severidade dessa doença.

Condições climáticas atípicas, em relação à frequência esperada de precipitação pluviométrica e temperatura anuais, têm sido rotineiras em todo o Brasil, não sendo diferentes nas áreas produtoras de citros; o que tem provocado vários florescimentos e, como conseqüência, a presença de frutos em diferentes estádios fenológicos de maturação em um mesmo momento na planta. Esse fato, também ocorre em cultivares de maturação tardia, que convencionalmente apresentam florescimentos mais uniformes, como a laranja-doce ‘Valência’, em estudo nessa pesquisa. Situação semelhante foi descrita por Feichtenberger (1996) para o Estado de São Paulo em 1994 e 1995, com ataques severos desse patógeno aos pomares paulistas pela maior predisposição das plantas ao ataque do agente causal da mancha preta (ou pinta preta) dos citros. Ainda, segundo o mesmo autor, foi possível a infecção de frutos jovens provenientes das floradas que sucederam à florada principal, por picnidiósporos (esporos formados assexuadamente) produzidos em lesões de frutos originadas de floradas anteriores. Essas observações sugeriram que, embora os ascósporos (esporos sexuais) representassem até então a principal fonte de inóculo para a infecção de frutos, os picnidiósporos devem ter constituído importante fonte adicional de inóculo, para as infecções de frutos provenientes da florada principal, bem como daqueles frutos originados das floradas subseqüentes.

As constatações anteriormente descritas podem ser exemplificadas na área experimental pela presença de frutos “temporões” na planta (frutos que atingiram estágio fenológico de maturação fora da época principal de colheita) com alta severidade da doença, no mesmo período das pulverizações para o controle da doença na florada principal, durante as duas safras (Figura 22). Esse período, de maior suscetibilidade dos frutos à infecção, pode ter constituído em fonte de inóculo fundamental para o agravamento da doença, pois aumenta a superposição de ciclos de infecção pela fase assexuada do patógeno. Aliado a isso, a precipitação pluviométrica registrada na área experimental, a partir da primeira pulverização até o final do período de proteção da última (quarta) pulverização, é um importante fator a ser considerado como agente redutor dos depósitos fungicidas sobre os frutos, as quais totalizaram 759,5 e 874 mm, respectivamente, para primeira e segunda safra dessa pesquisa. Ramos et al. (2004) ao avaliarem a retenção de calda, utilizando três diferentes volumes de pulverização, sobre frutos cítricos jovens (chumbinhos) da variedade Valência até 21 dias após a pulverização, verificaram que a redução da quantidade de cobre sobre os frutos foi de 57% em

média, no período considerado, em relação a deposição inicial. Nesse período os autores registraram um total de 147mm de precipitação pluviométrica.

Por fim, o conjunto frutos temporões infectados pelo fungo mais precipitações pluviométricas, constituem outro problema, pois os picnidiósporos (produzidos nos frutos temporões) não possuem mecanismo especial de lançamento na atmosfera, sendo disseminados, de acordo com Laranjeira et al. (2005a) pela chuva e, principalmente pelo escoamento do orvalho.

Sendo assim, a precipitação pluviométrica reduzindo os depósitos das pulverizações e, a desuniformidade das floradas resultando na presença contínua de frutos temporões no pomar, são fatores de alta relevância para as altas incidências e severidades dessa doença em condições favoráveis ao patógeno.



Figura 22. Frutos “temporões” com severos sintomas da mancha preta, ao lado de frutos em estágio inicial de desenvolvimento da florada principal, durante os períodos de pulverizações para controle da mancha preta (Mogi Guaçu – SP).

A uniformização da florada pode ser uma medida eficaz na redução da incidência e severidade da doença no campo, principalmente em áreas com irrigação. Segundo constatações de Kotzé (1981) apud Feichtenberger (1996), na África do Sul, onde pomares são irrigados e as floradas uniformes, a infecção de frutos via picnidiósporos não é importante do ponto de vista epidemiológico. Outra medida importante seria a remoção de frutos temporões infectados antes do início da florada/formação dos frutos e durante o período de suscetibilidade dos frutos à doença, em pomares com maior desuniformidade nas floradas, reduzindo essa fonte de inóculo.

Essas duas medidas preventivas podem ser desvantajosas economicamente ao citricultor se o aumento de produção e/ou a valorização do fruto, não forem suficientes para superar esses gastos extras. Especificamente quanto à retirada sistemática de frutos temporões, observa-se no Estado de São Paulo, que nenhuma fazenda possui empregados fixos para colheita, pelos encargos trabalhistas resultantes onerarem o custo de produção.

Frente a isso, a possibilidade de se reduzir o volume de 8,5 para 4,5 L.planta⁻¹ já é um grande passo para a redução de despesas do setor citrícola, pois segundo a FNP (2006), o custo total de produção da laranja passou de US\$ 1,67/cx em 2003, para US\$ 3,48/cx em 2005, onde o fator que mais se destaca para ocorrência dessa alta é o aumento no custo dos insumos, principalmente dos produtos fitossanitários. A incidência de doenças como o “huanglonbing” (ex-greening) e a mancha preta vêm crescendo ano a ano no Brasil e, somados, apenas esses tratamentos fitossanitários, equivalem a 20% do custo total de produção, sendo os gastos com mancha preta avaliados em US\$ 0,46/cx (GUILARDI et al. 2004).

7 CONCLUSÕES

Não houve interferência dos volumes de calda (3,5; 4,5 e 8,5 L.planta⁻¹) sobre os depósitos da pulverização sobre frutos cítricos;

Reduções no volume de 8,5 para 4,5 L.planta⁻¹ podem ser praticadas na citricultura, sem prejuízo do nível de incidência e severidade da doença mancha preta na época de colheita dos frutos;

O aumento na área dos frutos favorece a melhoria na deposição da calda, mesmo na área entre plantas, que é considerada a mais difícil de ser atingida pela pulverização;

O aumento da precipitação média (acima de 15,4 mm/dia de chuva no período de avaliação) eleva a redução (%) nos depósitos da pulverização sobre os frutos;

No geral, a precipitação pluviométrica aliada a menor deposição da pulverização, agravam a incidência e severidade da doença no setor alto das plantas;

O maior tempo de permanência do fruto na planta, aliado às condições climáticas favoráveis a doença, são agravantes importantes no aumento da incidência e severidade da doença, bem como na queda dos frutos.

8 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D.; RAMOS, H.H.; SPÓSITO, M.B.; YANAI, K.; POMPOLO, L.F.; GALVÃO, I.V. Interação entre dois ramais de pulverização, três arranjos de pontas de pulverização e duas pressões de trabalho para o controle da mancha preta sobre frutos de laranjeira ‘Valência’ – deposição da pulverização. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO (SINTAG), 4., 2008, Ribeirão Preto. *Anais ...* Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. CD-ROM.

ALBRIGO, L.G.; BECK, H.W.; TIMMER, L.W.; STOVER, E. Development e testing of a recommendation system to schedule copper sprays for citrus disease control. **Journal of ASTM International**, v.2, n.9, p.1-12, 2005.

BAAYEN, R.P.; BONANTS, P.J.M.; VERKLEY, G.; CARROL, G.C.; VAN DER Aa, H.A.; de WEERDT, M.; VAN BROUWERSHAVEN, I.R.; SCHUTTE, G.C.; MACCHERONI Jr. W.; GLIENKE de BLANCO, C.; AZEVEDO, J.L. Nonpathogenic isolates of the Citrus Black Spot fungus, *Guignardia citricarpa*, identified as a cosmopolitan endophyte of woody plants, *Guignardia mangiferae* (*Phyllosticta capitalensis*). **Phytopathology**, v.92, p.464–477, 2002.

BEATTIE, G.A.C.; BROADBENT, P.; BAKER, H.; GOLLNOW, B.; CALDOR, C.J. Comparison of conventional medium to high-volume and high-volume sprayers with a low-

volume sprayer for the control of black spot, *Guignardia citricarpa* Kiely, on Valencia orange. **Plant Protection Quarterly**, v.4, n.4, p.146-148, 1989.

BOTEON, M.; NEVES, E.M. *Citricultura brasileira: aspectos econômicos*. In: JUNIOR, D.de M.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; JUNIOR, J.P. Citros. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. p. 21-35.

BYERS, R.E. Tree-row-volume spraying rate calculator for apples. **Hortscience**, v.22, n.3, p.506-507, 1987.

CALAVAN, E.C. Black spot of citrus. **The California Citrographic**, v.46, n.4, p.18-22, 1960.

DERKSEN, R.C.; GRAY, R.L. Deposition and air speed patterns of air-carrier apple orchard sprayer. **Transactions of the ASAE**, v.38, n.1, p.5-11, 1995.

DONADIO, L.C.; FILHO, F.A.A.M.; MOREIRA, C.S. *Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil*. In: JUNIOR, D.de M.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; JUNIOR, J.P. Citros. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. p. 3-15.

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

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

FEICHTENBERGER, E. Mancha-preta dos citros no Estado de São Paulo. **Laranja**, v.17, p.93-108, 1996.

FEICHTENBERGER, E.; BASSANEZI, R.B.; SPÓSITO, M.B.; BELASQUE, Jr. *Doenças do Citros*. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). Manual de Fitopatologia – Doenças das Plantas Cultivadas. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005, v.2. p. 239-269.

FNP. **Agrianual 2007**: Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, p.290-297, 2007.

FNP. **Agrianual 2006**: Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, p.257-285, 2006.

FUNDECITRUS. *Calendário de pulverizações*. In: FUNDECITRUS. Manual de pinta preta. Fundecitrus: Fundo de Defesa da Citricultura, 2005. p.11.

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

GUILARDI, A.A.; MAIA, M.L.; DE NEGRI, J.D. Custo de produção de laranja para indústria na safra agrícola paulista 2003/04: básico e ampliado. **Laranja**, v.25, 2, p.277-290, 2004.

HERBERT, J.A.; GRECH, N.M. A strain of *Guignardia citricarpa*, the black spot pathogen, resistant to benomyl in South Africa. **Plant Disease**, v.69, p.1007, 1985.

KELLERMAN, C.R.; KOTZÉ, J.M. The black spot disease of citrus and its control in South Africa. **Proceedings International Society Citriculture**, n° 3, p.992-996, 1977.

KLOTZ, L.J. *Fungal, bacterial, and nonparasitic diseases and injuries originating in the seedbed, nursery, and orchard*. In: REUTHER, W.; CALAVAN, E.C. & CARMAN, G.E. Ed. *The Citrus Industry*. Riverside: University of California, 1978, p.1-66.

KOTZÉ, J.M. Epidemiology and control of citrus black spot in South Africa. **Plant Disease**, v.65, p.945-950, 1981.

KOTZÉ, J.M. History and epidemiology of citrus black spot in South Africa. **Proceedings of the International Society Citriculture**, p.1296-1299, 1996.

LARANJEIRA, F.F.; AMORIN, L.; FILHO, A.B.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; FILHO, H.D.C. *Fungos, procariotos e doenças abióticas*. In: JUNIOR, D.de M.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; JUNIOR, J.P. *Citros*. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005 a. p. 511-558.

LARANJEIRA, F.F.; FEICHTENBERGER, E.; BASSANEZI, R.B.; SPÓSITO, M.B. *Manejo integrado de doenças de citros*. In: JUNIOR, D.de M.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; JUNIOR, J.P. *Citros*. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005 b. p.631-652.

MACHADO NETO, J.G.; MATUO, T. Avaliação de um amostrador para o estudo da exposição dérmica potencial de aplicadores de defensivos agrícolas. **Ciência Agrônômica – Jaboticabal**, n.4, v.2, p.21-22, 1989.

MACHADO NETO, J.G. **Quantificação e controle da exposição dérmica de aplicadores de agrotóxicos na cultura estaqueada de tomate, na região de Cravinhos, SP**. 1990. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração e Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 1990.

MACHADO NETO, J.G.; MATUO,T.; MATUO, Y.K. Dermal exposure of pesticide applicators in staked tomato (*Lycopersicon esculentum*) crops: efficiency of a safety measure in the application equipment. **Bulletin Environ.Contam.Toxicol.**, v.48, p.529-34, 1992.

MENDES, M.A.S.; de FREITAS, V.M. **Comunicado Técnico 130 – Espécies invasoras para a citricultura.** Brasília: EMBRAPA, 2005. Disponível em: <http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/cot130.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2008.

McONIE, K.C. Germination and infection of citrus by ascospores of *Guignardia citricarpa* in relation to control of black spot. **Phytopathology**, v. 57, p.743-746, 1967.

PALLADINI, L.A. **Efeitos de condições operacionais de um turbopulverizador na cobertura de folhas de citros.** 1990. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 1990.

PAUL, I.; VAN JAARSVELD, A.S.; KORSTEN, L.; HATTINGH, V. The potential global geographical distribution of Citrus Black Spot caused by *Guignardia citricarpa* (Kiely): likelihood of disease establishment in the European Union. **Crop Protection**, V.24, p.297-308, 2005.

PIO, R.M.; FIGUEIREDO, J.O de; STUCHI, E.S.; CARDOSO, S.A.de B. *Variedades copas.* In: JUNIOR, D.de M.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; JUNIOR, J.P. Citros. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p.39-57.

POZZAN, M.; TRIBONI, H.R. *Colheita e qualidade do fruto.* In: JUNIOR, D.de M.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; JUNIOR, J.P. Citros. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p.801-821.

RAETANO, C.G. **Condições operacionais de turboatomizadores na distribuição e deposição da pulverização em citros.** 1996. 92f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

RAMOS, H.H.; MATUO, T.; MAZIERO, J.V.G.; YANAI, K.; CORRÊA, I.M. Desenvolvimento de pulverizador para culturas encanteiradas com vistas à redução da

exposição do aplicador. II: Avaliação da deposição de calda. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.160-166, 2001.

RAMOS, H.H. Interação do produto e alvo na pulverização. **Visão agrícola**, Piracicaba, Ano 1, n.2 (jul./dez), p.112-116, 2004.

RAMOS, H.H.; YANAI, K.; CORRÊA, I. M.; SPÓSITO, M.B.; BETTINI, P. C.; ARAÚJO, D.; de LIMA, J. D. C. V. Avaliação do efeito de condições operacionais de turbopulverizadores na retenção de calda por frutos cítricos jovens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA (CONBEA), 33., 2004, São Pedro. *Anais ...* Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas; Embrapa Informática Agropecuária, 2004. 1 CD-ROM.

RAMOS, H.H.; RAETANO, C.G.; PIO, L.C. *Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários em citros*. In: JUNIOR, D.de M.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; JUNIOR, J.P. Citros. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p.771-796.

RAMOS, H.H.; YANAI, K.; ARAÚJO, D.; da ROCHA, D.S.R.; SPÓSITO, M.B.; BASSANEZI, R.B. Estado da arte na tecnologia de aplicação em frutíferas – volume de aplicação e diâmetro de gotas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, supl., p.110-112, 2007.

RAMOS, H.H.; ARAÚJO, D.; YANAI, K.; SPÓSITO, M.B.; GALVÃO, I.V.; da ROCHA, E. F.R.; POMPOLO, L.F. Interação entre seis volumes de aplicação e três diâmetros medianos volumétricos de gotas sobre a deposição da calda de pulverização em diferentes tamanhos de frutos de laranja ‘Valência’. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO (SINTAG), 4., 2008, Ribeirão Preto. *Anais ...* Campinas: Instituto Agrônômico, 2008a. CD-ROM.

RAMOS, H.H.; ARAÚJO, D.; SPÓSITO, M.B.; YANAI, K.; da ROCHA, E.F.R.; POMPOLO, L.F. Interação entre dois ramais de pulverização, três arranjos de pontas de

pulverização e duas pressões de trabalho para o controle da mancha preta sobre frutos de laranja 'Valência' – cobertura da pulverização. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO (SINTAG), 4., 2008, Ribeirão Preto. *Anais ...* Campinas: Instituto Agrônomo, 2008c. CD-ROM.

RAMOS, H.H.; ARAÚJO, D.; SPÓSITO, M.B.; YANAI, K.; da ROCHA, E.F.R.; GALVÃO, I. V. Interação entre dois ramais de pulverização, três arranjos de pontas de pulverização e duas pressões de trabalho no controle da mancha preta sobre frutos de laranja 'Valência'. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO (SINTAG), 4., 2008, Ribeirão Preto. *Anais ...* Campinas: Instituto Agrônomo, 2008d. CD-ROM.

REIS, R.F.; TIMMER, L. W.; GOES, A. Effect of temperature, Leaf Wetness, and Rainfall on the Production of *Guignardia citricarpa* Ascospores and on Black Spot Severity on Sweet Orange. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.1 (jan-fev.), p.29-34, 2006.

SALYANI, M.; WHITNEY, J.D. Effect of Oscillators on Deposition Characteristics of an Airblast Sprayer. **Transactions of the ASAE**, v.34, p.1618-1622, 1991.

SCHINOR, E.H.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; SOBRINHO, J.T. Colonização de folhas de laranja 'Pêra' e variedades afins por *Guignardia citricarpa*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.5 (set-out), p.479-483, 2002.

SCHUTTE, G.C.; TOLLIG, B.; MANSFIELD, R.I.; KOTZÉ, J.M. Effect of kresoxyn-methyl and azoxystrobin for the control of benzimidazole resistant strain of citrus black spot. **Proceedings of the International Society Citriculture**, v.1, p.345-349, 1996.

SILVA, F.de A.S. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, 1996, Cancun. *Anais...* Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, 2006, Orlando-Flórida-USA. *Anais...* Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p.393-396.

SPÓSITO, M.B.; AMORIN, L.; JÚNIOR, J.B.; BASSANEZI, R.B.; de AQUINO, R. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v.29, n.1 (jan-fev), p.81-85, 2004.

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

TIMMER, L.W. *Black Spot*. In: TIMMER, L.W., GARNSEY, S.M., GRAHAM, J.H. Compendium of Citrus Diseases. 2ªed. St. Paul, Minnesota, USA: APS Press, 2000. 92p.

TOLLIG, B.; MERWE, J.L.; SCHUTTE, G.C. BAS 490F: a new fungicidal strobirulin for the control of citrus black spot. **Proceedings of the International Society Citriculture**, v.1, p.369-371, 1996.

WHITNEY, J.D.; SALYANI, M.; CHURCHILL, D.B.; KNAPP, J.L.; WHITESIDE, J.O.; LITTELL, R.C. A field investigation to examine the effects of sprayer type, ground speed and volume rate on spray deposition in Florida citrus. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.42, p.275-283, 1989.